

**UJI VALIDASI OUTPUT TEKNOLOGI AUDIO BIO HARMONIK DENGAN  
MENGUNAKAN SMARTCHIP SERI WT5001 DITINJAU DARI VARIASI PEAK  
FREQUENCY DAN TARAF INTENSITAS BUNYI YANG DIHASILKAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri**

**Yogyakarta**

**untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains**



**Oleh :**

**Toni Indrawan**

**13306141043**

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2018**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “Uji Validasi Output Teknologi Audio Bio Harmonik dengan Menggunakan Smartchip Seri WT5001 Ditinjau dari Variasi *Peak Prequency* dan Taraf Intensitas Bunyi yang Dihasilkan” yang disusun oleh Toni Indrawan, NIM 13306141043 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Pembimbing I,

Drs. Nur Kadarisman, M.Si  
NIP. 196402051991011001




Yogyakarta, Maret 2018

Pembimbing II,

Agus Sugiharta, S.Pd, M.Eng  
NIP. 196808011994121002

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "UJI VALIDASI OUTPUT TEKNOLOGI AUDIO BIO HARMONIK DENGAN MENGGUNAKAN SMARTCHIP SERI WT5001 DITINJAU DARI VARIASI *PEAK FREQUENCY* DAN TARAF INTENSITAS BUNYI YANG DIHASILKAN" yang disusun oleh Toni Indrawan, NIM13306141043 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 15 Januari 2018 dan dinyatakan lulus.

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Nur Kadarisman, M.Si NIP. 196402051991011001	Ketua Penguji		16/05-2018
Agus Sugiharta S.Pd., M.Eng NIP. 196808011994121002	Sekretaris Penguji		16/05-2018
Supardi S.Si., M.Si NIP. 197110151998021001	Penguji Utama		10/05-2018

Yogyakarta, 17 APRIL 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dekan,



Dr. Hartono

NIP. 196203291987021002

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi ditunda yudisium pada periode berikutnya.

Yogyakarta, 15 Januari 2018

Yang menyatakan



Toni Indrawan  
NIM 13306141043

## **MOTTO**

“ Mencoba melakukan sesuatu hal selalu dengan kemungkinan terbaik dan paling maksimal”

(Toni Indrawan)

## **PERSEMBAHAN**

Dengan segala puja dan puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan atas dukungan dan do'a dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat dirampungkan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya khaturkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Tuhan YME, karena hanya atas izin dan karuniaNya maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga pada Tuhan penguasa alam yang meridhoi dan mengabulkan segala do'a.
2. Bapak dan Ibu saya, yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan do'a dan tiada do'a yang paling khusuk selain do'a yang terucap dari orang tua. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembaha bakti dan cinta ku untuk kalian bapak ibuku.
3. Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar, yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu dosen, jasa kalian akan selalu terpatrit di hati.
4. Kedua adik saya, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan do'anya untuk keberhasilan ini, cinta kalian adalah memberikan kobaran semangat yang menggebu, terimakasih dan sayang ku untuk kalian.
5. Sahabat dan Teman Tersayang, tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua tak kan mungkin aku sampai disini, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang

kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk kalian semua, akhir kata saya persembahkan skripsi ini untuk kalian semua, orang-orang yang saya sayangi. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang, Aamiinnn.

**UJI VALIDASI OUTPUT TEKNOLOGI AUDIO BIO HARMONIK DENGAN  
MENGUNAKAN SMARTCHIP SERI WT5001 DITINJAU DARI VARIASI *PEAK  
FREQUENCY* DAN TARAF INTENSITAS BUNYI YANG DIHASILKAN**

Oleh:

Toni Indrawan

NIM. 13306141043

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil distribusi *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi dari instrumen stimulator Audio Bio Harmonik terhadap perubahan jarak dan sudut pemaparan. Sumber bunyi yang digunakan yaitu suara garempung yang termanipulasi pada *peak frequency* 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, dan 5000Hz.

Perekaman sumber bunyi yang dipaparkan pada penelitian ini menggunakan mic condenser dan aplikasi Spectra Plus-SC untuk pengukuran *peak frequency* dan Sound Level Meter yang digunakan untuk pengukuran taraf intensitas bunyi. Pengambilan data *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi dilakukan di dua tempat yaitu di lapangan dan di laboratorium dengan pola setengah melingkar sudut antara 0° sampai 180° dengan interval sudut 30°. Variasi jarak yaitu 1 m untuk pengukuran di lapangan dan 25 cm untuk pengukuran di laboratorium. Pengukuran di laboratorium dilakukan sebagai data penunjang untuk data pengukuran di lapangan. Hasil data pengukuran *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan Origin 5.0 untuk analisis grafik.

Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan pola *peak frequency* pada pola setengah lingkaran dengan jangkauan terjauh untuk masing-masing *peak frequency* berada pada sudut 90°. Sedangkan untuk jangkauan terdekat untuk tiap *peak frequency* berada pada sudut 0° dan 180°. Pola yang terbentuk yaitu jangkauan terjauh untuk setiap *peak frequency* membentuk pola menyerupai pola radiasi antena tipe *end fire*. Pengukuran taraf intensitas bunyi terhadap jarak untuk setiap *peak frequency* menghasilkan grafik yang di fitting eksponensial. Semakin jauh jarak terhadap sumber bunyi maka taraf intensitasnya berkurang secara eksponensial.

Kata kunci : Audio Bio Harmonik, *peak frequency*, taraf intensitas bunyi , *end fire*.



# **OUTPUT VALIDATION TEST OF BIO HARMONIC AUDIO TECHNOLOGY BY USING SMARTCHIP SERIES WT5001 REVIEWED FROM VARIATION OF PEAK FREQUENCY AND SOUND INTENSITY LEVEL PRODUCED**

Toni Indrawan

NIM. 13306141043

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to determine the profile of peak frequency distribution and sound intensity level of the Bio Harmonic Audio stimulator instrument to the change of distance and exposure angle. Sound sources used are manipulated *garengpung* sound of peak frequency 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, and 5000Hz.

The sound source recording presented in this study used mic condenser and Spectra Plus-SC application for peak frequency measurement and Sound Level Meter used for measuring the sound intensity level. The data of peak frequency and sound intensity level are obtained in two places i.e in the field and in the laboratory with a circular half pattern of angle between  $0^{\circ}$  to  $180^{\circ}$  with angle interval of  $30^{\circ}$ . Distance variation is 1 m for measurements in field and 25 cm for measurements in laboratory. Laboratory measurements data were performed as supporting data for field measurement data. The results of measurement data of peak frequency and sound intensity level were analyzed using Microsoft Excel and Origin 5.0 for graph analysis.

The field measurements show the peak frequency pattern on the circular half pattern with the furthest range for each peak frequency at  $90^{\circ}$  angle. As for the nearest range for each peak frequency is at an angle of  $0^{\circ}$  and  $180^{\circ}$ . The pattern formed that is the furthest range for each peak frequency pattern resembles radiation pattern antenna type end fire. Measuring sound intensity level to the distance for each peak frequency produces a graph in exponential fitting. The farther the distance to the sound source, the intensity level decreases exponentially.

Keywords: Audio Bio Harmonic, Peak Frequency, sound intensity level, end fire.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat rahmat serta karunia-Nya, sehingga saya mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Uji Validasi Output Teknologi Audio Bio Harmonik Dengan Menggunakan Smartchip Seri Wt5001 Ditinjau Dari Variasi *Peak Frequency* Dan Taraf Intensitas Bunyi Yang Dihasilkan” ini. Tugas akhir skripsi ini merupakan penelitian payung dari bpk Nur Kadarisman dengan judul “ Rekayasa Smart Chip Audio Organic Growth System (SC-AOGS) Energi Surya untuk Peningkatan Produktifitas dan Kualitas Hasil Panen Tanaman Pangan yang didanai oleh kp4s kementrian pertanian. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Pendidikan Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Skripsi ini mungkin tidak dapat diselesaikan oleh penulis tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah mengesahkan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Yusman Wiyatmo, M.Si. selaku Kajurdik Fisika yang membantu dan memperlancar administrasi penyusunan skripsi ini.

3. Bapak Agus Sugiharto, S.Pd., M.Eng. selaku pembimbing yang telah menyediakan sarana dan prasana sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Nur Kadarisman, M.Si. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bantuan, arahan, motivasi yang tidak ada hentinya di sela-sela kesibukannya.
5. Mas Haris Murtanto selaku staf laboran laboratorium atom dan inti yang telah menyediakan dan mengijinkan untuk melakukan penelitian di laboratorium akustik getaran dan gelombang.
6. Kedua Orangtua yang selalu mendoakan, memberi semangat pantang menyerah sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan lancar.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terimakasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
PERSETUJUAN .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Teknologi Guna Audio Bio Harmonik.....	6
B. Pengaruh Frekuensi Akustik terhadap Tanaman.....	9
C. Pengertian Sonic Bloom.....	11
D. Gelombang Bunyi .....	12
1. Intensitas Bunyi .....	13
2. Frekuensi Bunyi .....	15
E. Kerangka Berfikir.....	16

BAB III.....	17
METODE PENEITIAN .....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
B. Objek Penelitian .....	17
C. Variabel Penelitian .....	17
D. Program Analisis .....	18
E. Metode dan Teknik Pengumpulan Data .....	18
F. Instrumen Penelitian.....	19
G. Cara Kerja .....	19
H. Teknik Analisis Data.....	22
BAB IV .....	22
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	22
A. Grafik pola distribusi hubungan <i>peak frequency</i> terhadap variasi jarak dan sudut pemaparan.....	23
B. Grafik pola distribusi taraf intensitas bunyi terhadap jarak pemaparan.....	45
BAB V.....	67
A. Kesimpulan .....	67
B. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN .....	70

## DAFTAR TABEL

### a. Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Laboratorium

Tabel 4.1 Pengukuran sudut  $0^\circ$

Tabel 4.2 Pengukuran sudut  $30^\circ$

Tabel 4.3 Pengukuran sudut  $60^\circ$

Tabel 4.4 Pengukuran sudut  $90^\circ$

Tabel 4.5 Pengukuran sudut  $120^\circ$

Tabel 4.6 Pengukuran sudut  $150^\circ$

Tabel 4.7 Pengukuran sudut  $180^\circ$

### b. Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Lapangan

Tabel 4.8 Pengukuran sudut  $0^\circ$

Tabel 4.9 Pengukuran sudut  $30^\circ$

Tabel 4.10 Pengukuran sudut  $60^\circ$

Tabel 4.11 Pengukuran sudut  $90^\circ$

Tabel 4.12 Pengukuran sudut  $120^\circ$

Tabel 4.13 Pengukuran sudut  $150^\circ$

Tabel 4.14 Pengukuran sudut  $180^\circ$

Tabel 4.15 Jangkauan Terjauh *Peak frequency* untuk setiap sudut

Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium  
pada Sudut  $0^\circ$

Tabel 4.17 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium  
pada Sudut  $30^\circ$

Tabel 4.18 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut  $60^\circ$

Tabel 4.19 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut  $90^\circ$

Tabel 4.20 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut  $120^\circ$

Tabel 4.21 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut  $150^\circ$

Tabel 4.22 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut  $180^\circ$

Tabel 4.23 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $0^\circ$

Tabel 4.24 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $30^\circ$

Tabel 4.25 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $60^\circ$

Tabel 4.26 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $90^\circ$

Tabel 4.27 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $120^\circ$

Tabel 4.28 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $150^\circ$

Tabel 4.29 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut  $180^{\circ}$

Tabel 4.30 Fitting Eksponensial Grafik Taraf Intensitas vs jarak pada Sudut  $90^{\circ}$



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Audio Bio Harmonik Digital 2016

Gambar 2.2 Audio Bio Harmonik 2017

Gambar 2.3 Sebuah gelombang bunyi berjalan dari sumber S melalui medium tiga dimensi.

Gambar 2.4 Taraf intensitas terhadap sumber bunyi

Gambar 3.1 Skema pernelitian

Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Laboratorium

Gambar 4.1 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.2 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.3 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.4 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.5 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.6 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.7 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Lapangan

Gambar 4.8 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.9 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.10 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.11 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.12 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.13 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.14 Grafik peak frequency vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.15 Pengukuran *Peak Frequency* di Laboratorium

Gambar 4.16 Pengukuran *Peak Frequency* di Lapangan

Gambar 4.17 distribusi Peak frequency

Gambar 4.18 Area Distribusi Peak frequency

Gambar 4.19 Pola Radiasi Antena.

Gambar 4.20 Persamaan Pola distribusi *Peak frequency* dengan Pola Radiasi Antena Tipe *End Fire*.

Gambar 4.21 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.22 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $30^\circ$

Gambar 4.23 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $60^\circ$

Gambar 4.24 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $90^\circ$

Gambar 4.25 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $120^\circ$

Gambar 4.26 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $150^\circ$

Gambar 4.27 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Laboratorium pada sudut  $180^\circ$

Gambar 4.28 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $0^\circ$

Gambar 4.29 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $30^\circ$

Gambar 4.30 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $60^\circ$

Gambar 4.31 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $90^\circ$

Gambar 4.32 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $120^\circ$

Gambar 4.33 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $150^\circ$

Gambar 4.34 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut  $180^\circ$

Gambar 4.35 Pengukuran Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium

Gambar 4.36 Pengukuran Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Lampiran 1. Tabel Hasil Pengukuran
2. Lampiran 2. Dokumentasi.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pengembangan teknologi dalam bidang pangan banyak dilakukan oleh ilmuan Indonesia. Pengembangan teknologi ini bertujuan untuk memaksimalkan hasil dari tanaman agar lebih maksimal. Pengembangan teknologi ini menjadi bagian penting dari upaya menciptakan ketahanan pangan di Indonesia. Teknologi tersebut harus mengutamakan teknologi produktivitas yang ramah lingkungan. Teknologi tersebut harus telah terbukti memberikan kontribusi yang nyata bagi peningkatan produktivitas dan teruji bukan hanya untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan tetapi juga mampu menjaga kelestarian lingkungan. Disamping itu teknologi yang diterapkan harus bersifat sederhana dan mudah dimengerti untuk setiap lapisan masyarakat.

Salah satu teknologi yang sangat memungkinkan untuk diterapkan, adalah melalui rancang bangun Audio Bio Harmonik (ABH) sebagai stimulator pertumbuhan alamiah berbasis frekuensi binatang local (garengpung). Serangga ini diyakini dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, jika gelombang suaranya dipaparkan[Kadarisman,2013]. Teknologi ABH merupakan teknologi yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas pangan dengan memanfaatkan fungsi gelombang suara berfrekuensi tinggi.

Gagasan bahwa gelombang bunyi dengan frekuensi tinggi dapat berpengaruh pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman telah dikembangkan dengan memanfaatkan bunyi asli hewan lokal yang lebih dikenal dengan teknologi *Audio Bio-harmonic System*. Sistem audio bio-harmonik telah diterapkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nur Kadarisman dkk (2011) dengan memanfaatkan suara dasar orong-orong, jangkerik, garengpung, dan belalang yang kemudian dimanipulasi *peak frequency* bunyinya antara 2000 Hz – 6000 Hz untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman terhadap beberapa tanaman hortikultura dan menghasilkan peningkatan produktivitas tanaman. Hasil beberapa penelitian diantaranya pada tanaman kentang, bawang merah dan kacang Dieng dengan *peak frequency* 3.000 Hz secara berturut-turut meningkat sebesar 272%, 180% dan 318%. Sedangkan pada kacang kedelai sebesar 183% dengan *peak frequency* 6.000 Hz.

Penelitian pada tahun 2016 oleh Nur Kadarisman yaitu membuat rancang bangun instrumen Audio Bio-Harmonik dengan smart chip WT5001 menggunakan rekaman suara dari serangga “garengpung” yang termanipulasi *peak frequency* bunyinya dengan variasi *peak frequency* 3.000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, dan 5000 Hz yang tersimpan dalam sebuah chip. Rekaman sumber bunyi garengpung dengan variasi frekuensi tadi disimpan dalam SDcard dan dipasangkan pada komponen chip suara WT5001. Bunyi yang dihasilkan diperkuat oleh rangkaian penguat audio TDA2003 yang kemudian dikeluarkan melalui *horn*

*speaker*. Pengembangan terakhir dilakukan di tahun 2017 yaitu rancang bangun teknologi Audio Bio Harmonik dengan smartchip WT5001 yang lebih praktis. Penelitian tersebut belum dilakukan uji validasi output yaitu *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi yang dihasilkan dari instrument stimulator audio bio harmonic terhadap jarak dan sudut pemaparan.

Oleh karena itu penelitian selanjutnya yaitu untuk uji validasi output instrument stimulator Audio Bio Harmonik yang telah dibuat dan dikembangkan peneliti sebelumnya yaitu Nur Kadarisman. Variabel yang diukur dalam penelitian ini yaitu *peak frequency* dan intensitas bunyi yang dihasilkan oleh alat atau instrument tersebut.

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, dapat diidentifikasi berbagai permasalahan sebagai berikut:

1. Instrument stimulator Audio Bio Harmonik telah dibuat lebih kompatibel tetapi masih memerlukan tahap terakhir yaitu pengujian dan validasi.
2. Pengujian dan validasi meliputi variabel *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi yang dihasilkan.
3. Diperlukan perbandingan terhadap uji laboratorium dan uji lapangan terhadap instrument Audio Bio Harmonik yang telah dibuat.

### C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Objek penelitian yaitu instrument stimulator Audio Bio Harmonik yang menggunakan smartchip WT5001 dan speaker tipe horn speaker narae 12 watt dengan sudut moncong speaker yaitu  $60^{\circ}$ .
2. Penelitian hanya dilakukan kepada output dari instrumen stimulator Audio Bio Harmonik yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya.
3. Output yang diteliti meliputi distribusi peak frequency dan jangkauan taraf intensitas bunyi.
4. Penelitian dilakukan di dua tempat yaitu study laboratorium dan study lapangan.

### D. Perumusan Masalah

1. Bagaimana profil distribusi peak frequency pada beberapa jarak dan sudut sapuan dari instrument stimulator Audio Bio Harmonik yang telah dibuat?
2. Bagaimana profil distribusi taraf intensitas bunyi yang dihasilkan dari instrumen stimulator Audio Bio Harmonik yang telah dibuat?

### E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui profil distribusi peak frequency dari instrumen Audio Bio Harmonik terhadap perubahan jarak dan sudut pemaparan.
2. Mengetahui profil distribusi taraf intensitas bunyi dari instrumen Audio Bio Harmonik terhadap perubahan jarak dan sudut pemaparan.



## F. Manfaat Penelitian

### 1. Bagi peneliti

- a. Dari penelitian yang dilakukan dapat mengetahui kualitas output dari instrumen yang telah dibuat.
- b. Dari penelitian dapat menentukan dan menunjukan ketepatan output dari instrumen Audio Bio Harmonik yang dihasilkan.
- c. Dari penelitian ini mengetahui produk instrument Audio Bio Harmonik yang lebih sempurna dari versi sebelumnya.

### 2. Bagi pengguna alat

- a. Dari penelitian ini pengguna alat dapat menjadikan data hasil penelitian sebagai acuan untuk menggunakan alat di lapangan agar lebih efisien.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Teknologi Audio Bio Harmonik Digital**

Penelitian tentang perangkat tepat guna Audio Bio Harmonik sudah bermacam-macam. Perangkat ABH pertama yang dibuat pada penelitian Nur Kadarisman dkk (2012) adalah perangkat ABH analog yang diawali dari analisis Fourier, bahwa square wave memuat harmonik-harmonik gelombang sinus dengan frekuensi- frekuensi kelipatan ganjil dan rangkaian untuk menghasilkan square wave tersebut adalah Astabil Multivibrator yang memanfaatkan IC Timer 555. Frekuensi yang diperlukan untuk men-treatment tanaman bukan frekuensi tunggal (tidak monokromatis) tetapi juga bukan berupa pita frekuensi dengan *bandwidth* lebar, melainkan berupa frekuensi dengan *bandwidth* yang sempit. Realisasi rangkaian untuk memenuhi kondisi tersebut berupa *bandpass* filter dengan konfigurasi *single Op-Amp Bandpass Filter* atau model topologi *Multiple Feedback* (Kadarisman, 2012).

Pada penelitian kedua untuk perangkat teknologi tepat guna ABH Digital yang dilakukan oleh Restiana Aulia Supendi (2016) dengan *smartchip* WT5001 sebagai pemutar suara dan dibantu dengan Arduino UNO sebagai pengatur kerja otomatis. Dengan file rekaman suara garengpung yang sudah ada dari penelitian pertama dengan berbagai frekuensinya, hal ini mempermudah rancang bangun ABH dengan bantuan *smartchip* WT5001 MP3 shield sebagai pemutar suara yang

sudah di *convert* menjadi format MP3. Perangkat ABH digital rangkaian Restiana Aulia Supendi (2016) terdiri dari beberapa bagian yaitu mikrokontroler Arduino UNO, *chip* suara WT5001, *accu* sebagai sumber tegangan, LCD, dan speaker. Pada penelitian ini, instrumen yang dibuat masih terpisah-pisah tetapi sudah memanfaatkan rangkaian digital. Hasil rancang bangun perangkat Audio Bio Harmonik yang dilakukan oleh Restiana Aulia Supendi (2016) ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Audio Bio Harmonik Digital (Kadarisman, 2016)

Penelitian selanjutnya pada tahun 2017 yaitu “Rancang Bangun Teknologi Audio Bio Harmonik dengan *Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis”. Pada penelitian ini Teknologi Audio Bio Harmonik dirancang dengan lebih praktis dan lebih sederhana tetapi dengan hasil output dengan kualitas yang sama. Hasil rancang bangun perangkat Audio Bio Harmonik yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar di bawah.



Gambar 2.2 Audio Bio Harmonik (kadarisman, 2017)

Berdasarkan Gambar 2.2 bagian-bagian dari perangkat Audio Bio Harmonik hasil rancang bangun adalah sebagai berikut :

- a. Bagian A merupakan saklar *toggle* untuk menghidupkan dan mematikan Audio Bio Harmonik.
- b. Bagian B adalah tombol *SELECT* yang berfungsi untuk memilih frekuensi suara garengpung yang akan diputar dengan cara menekan tombol tersebut. File suara garengpung yang ada dalam perangkat Audio Bio Harmonik terdiri dari 5 frekuensi secara berurutan yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz. Saat tombol *SELECT* ditekan maka suara garengpung akan berganti secara berurutan dan untuk mengetahui urutannya, setelah sampai ke frekuensi tertinggi yaitu 5000 Hz, saat ditekan selanjutnya akan ada jeda tidak ada suara.

- c. Bagian C merupakan VOLUME yang diputar searah jarum jam untuk menaikkan volume.
- d. Bagian D merupakan Adaptor. Adaptor ini digunakan untuk mencharge baterai pada perangkat Audio Bio Harmonik. Adaptor ini berfungsi menurunkan tegangan yang dibutuhkan perangkat dari sumber tegangan PLN dan juga mengubah arus AC PLN menjadi arus DC yang dibutuhkan.
- e. Bagian E merupakan horn speaker. Bagian ini merupakan unit yang berfungsi mengubah gelombang listrik dari *audio amplifier* menjadi gelombang bunyi yang bersumber dari file MP3 yang terdapat dalam *chip* WT5001.

## **B. Pengaruh Frekuensi Akustik terhadap Tanaman**

Gelombang bunyi merupakan getaran molekul-molekul zat yang saling beradu satu sama lain. Namun demikian, zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi tetapi tidak pernah terjadi perpindahan partikel. Ada dua aspek dari setiap bunyi yang dirasakan oleh pendengaran manusia. Aspek ini adalah “kenyaringan” dan “ketinggian”, dan masing-masing menyatakan sensasi dalam ke sasaran pendengar. Tetapi untuk masing-masing sensasi subjektif ini, ada besaran yang dapat diukur secara fisis. Kenyaringan (*loudness*) berhubungan dengan energi pada gelombang bunyi. Dan ketinggian (*pitch*) bunyi menyatakan apakah bunyi tersebut tinggi seperti bunyi seruling atau biola, atau rendah seperti bunyi *bass drum* atau senar *bass*. Besaran fisika yang menentukan ketinggian bunyi adalah frekuensi (Giancoli, 2001). Gelombang adalah suatu getaran yang merambat, yang membawa energi dari satu tempat ke

tempat lainnya. Dengan kata lain bunyi mempunyai energi, karena bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang yang memiliki kemampuan untuk menggetarkan partikel-partikel yang dilaluinya. Energi atau getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi tersebut mempunyai efek terhadap suatu tanaman, yaitu mampu untuk membuka stomata daun.

Getaran dari suara akan memindahkan energi ke permukaan daun dan akan menstimulasi stomata daun untuk membuka lebih lebar. Sumardi et.al (2002) dalam Supriaty Ningsih (2007) menyatakan bahwa pada dasarnya frekuensi akustik dapat memperpanjang periode pembukaan stomata yang dapat mengakibatkan proses transpirasi terus berlangsung, sehingga memperpanjang pula masa penyerapan unsur hara sebagai penyeimbang transpirasi. Pembukaan stomata karena pengaruh frekuensi akustik mampu meningkatkan tekanan osmotik pada protoplasma sel penjaga, di mana sel penjaga merupakan salah satu bagian yang terdapat dalam stomata sehingga sel penjaga akan menggembung karena banyak menyerap air. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa yang mendorong sel penjaga menyerap air dan menggembung adalah tekanan osmotik protoplasma sel penjaga lebih kecil daripada sel di sekitarnya, yang menyebabkan air mengalir ke dalam sel penjaga. Selanjutnya mengakibatkan naiknya tekanan osmotik dan sel menggembung sehingga stomata membuka. Dengan membukanya stomata yang lebih lebar berarti penyerapan unsur hara dan bahan-bahan lain di daun menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan frekuensi akustik. Membukanya stomata menyebabkan gas oksigen  $O^2$  terdifusi keluar dan

gas karbondioksida CO<sub>2</sub> masuk ke dalam sel sebagai bahan untuk melakukan proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari (Salisbury dan Ross, 1995).

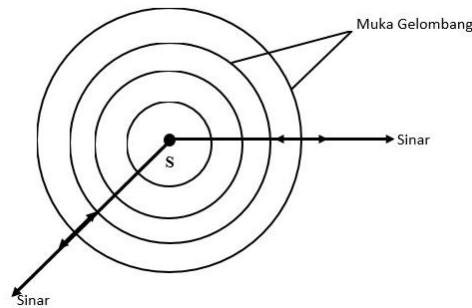
### C. Pengertian *Sonic Bloom*

*Sonic Bloom* adalah cara pemupukan daun dengan pengabutan larutan pupuk yang mengandung *trace* mineral yang digabungkan serentak bersama gelombang suara berfrekuensi tinggi (Purwadaria, 1998) Konsep kerja teknologi ini adalah penyemprotan nutrisi yang berupa pupuk daun dengan memakai bantuan pemasangan generator penghasil gelombang suara. Keduanya digabungkan sehingga menjadi 2 aktivitas yang bekerja sinergis, harmonis dan saling mendukung sehingga mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis. Berdasarkan hasil pengujian USDA ( United States Department of Agriculture ) di Amerika menyatakan bahwa baik nutrisi maupun gelombang suara yang ditemukan tidak berakibat buruk atau merusak lingkungan ( Tim penyusun PT. Interform 73, 1998)

*Sonic Bloom* dapat mempercepat pertumbuhan tanaman baik tinggi maupun diameter batang. Dari pengamatan seorang tani kayu *Black Walnut* di Minnesota Amerika Serikat dengan kebun seluas 15 ha, pertumbuhan diameter kayu yang dikenai *Sonic Bloom* adalah 2,12 cm per tahun, sedangkan pertumbuhan tanpa *Sonic Bloom* berkisar 0,51- 1,02 cm per tahun. Pertumbuhan tinggi batang dengan *Sonic Bloom* adalah sekitar 2 sampai 3 kali dibandingkan tanpa *Sonic Bloom*.

#### D. Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanis jenis longitudinal yang merambat. Sumber bunyi merupakan benda yang bergetar. Bunyi bias kita dengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi ini menggetarkan udara di sekitarnya dan melalui medium udara itu bunyi merambat sampai ke gendang telinga (Bambang, Kuntoro, 2013:365).



Gambar 2.3 Sebuah gelombang bunyi berjalan dari sumber S melalui medium tiga dimensi.

Gambar 2.3 menunjukkan muka gelombang berbentuk bola dan menyebar ke luar dalam arah tiga dimensi yang disebut berbentuk *sferis*. Muka gelombang adalah seluruh permukaan di mana getaran yang disebabkan oleh gelombang bunyi memiliki nilai yang sama. Ketika muka gelombang bergerak ke luar dan jearinya bertambah maka lengkungannya menurun. Muka gelombang membentuk bola berpusat pada S. Sinar adalah garis yang tegak lurus dengan muka gelombang yang menandakan arah rambat muka gelombang. Sinar-sinar mengarah radial terhadap S. Anak panah pendek berkepala ganda menandakan bahwa elemen-elemen medium bergetar sejajar dengan sinar-sinar (Halliday dkk,2010:480).

##### 1. Intensitas bunyi



Ditinjau gelombang bunyi yang melewati sebuah elemen luasan  $dA$ , dan berarah normal pada luasan, dengan elemen daya bunyi  $dP$ , sehingga intensitas bunyi dinyatakan :

$$I = \frac{dP}{dA}$$

Telinga manusia yang berpendengaran normal dapat mendengar bunyi pada daerah frekuensi pendengaran bila bunyi itu berintensitas  $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup> sampai dengan 1 watt/m<sup>2</sup>. Batas intensitas terendah yang mulai bias didengar itu disebut intensitas ambang bawah ( $I_o$ ) yaitu  $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup>, dan intensitas teratas disebut intensitas ambang atas (1 watt/m<sup>2</sup>). Jika intensitas bunyi kurang dari  $I_o$  maka gendang telinga tidak dapat merespons.

Untuk memudahkan pernyataan tentang suatu kerasnya bunyi, didefinisikan “satuan baru” yang tidak berdimensi disebut taraf intensitas ( $TI$ ).  $TI$  ini diperoleh dengan membandingkan intensitas bunyi itu ( $I$ ) terhadap intensitas ambang bawahnya ( $I_o$ ) .

$$TI = 10 \log\left(\frac{I}{I_o}\right)$$

Satuan dari  $TI$  adalah  $dB$  (desi bell) dan satuan ini digunakan khusus untuk  $TI$ .

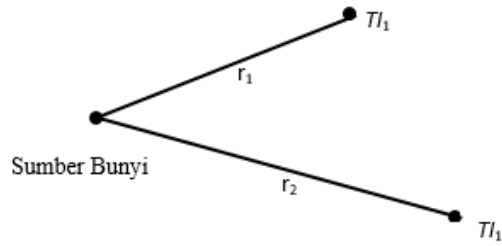
Hubungan antara taraf intensitas dan jarak adalah sebagai berikut.

a)  $TI_1$  oleh sebuah sumber bunyi dari jarak  $r_1$

$$TI_1 = 10 \log\left(\frac{I_1}{I_o}\right)$$

b)  $TI_2$  oleh sebuah sumber bunyi dari jarak  $r_2$

$$TI_2 = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$$



Gambar 2.4 Taraf intensitas terhadap sumber bunyi

Dari gambar diperoleh :

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{r_1^2} : \frac{1}{r_2^2}$$

$$\frac{I_1}{r_2^2} = \frac{I_2}{r_1^2}$$

Sehingga,

$$TI_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \log \frac{I_1 r_1^2}{I_0 r_2^2}$$

$$= 10 \log \frac{I_1}{I_0} + 10 \log \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$= TI_1 + 10 \log \left\{ \frac{r_1}{r_2} \right\}^2$$

$$= TI_1 + 20 \log \frac{r_1}{r_2}$$

$$= TI_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

(Kamajaya, 2008: 92) Fisika , Grafindo Media Pratama, Banadung

## 2. Frekuensi bunyi

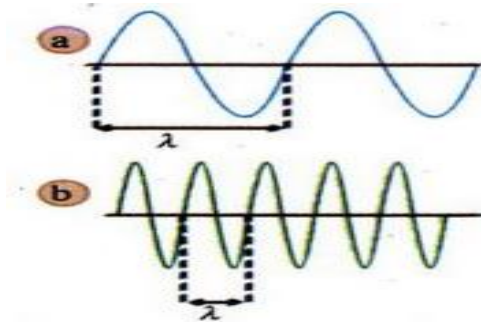
Frekuensi gelombang merupakan jumlah gelombang yang melewati suatu titik setiap sekon(Saripudin dkk, 2009:3). Telinga manusia normal dapat mendengar bunyi yang frekuensinya antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz yang disebut gelombang *audiosonik*. Di luar batas-batas frekuensi bunyi tersebut manusia tidak dapat mendengarnya. Frekuensi getaran di bawah 20 Hz disebut gelombang *infrasonic*. Frekuensi gelombang bunyi yang melebihi batas pendengaran manusia yaitu frekuensi di atas 20.000 Hz disebut gelombang *ultrasonic*.

Frekuensi yang rendah menghasilkan nada bunyi yang rendah dan frekuensi tinggi menghasilkan nada bunyi yang tinggi. Dapat disimpulkan bahwa tinggi rendahnya nada bunyi bergantung pada frekuensi sumber bunyi.

Frekuensi tinggi           =>     bunyi bernada tinggi

Frekuensi rendah         =>     bunyi bernada rendah

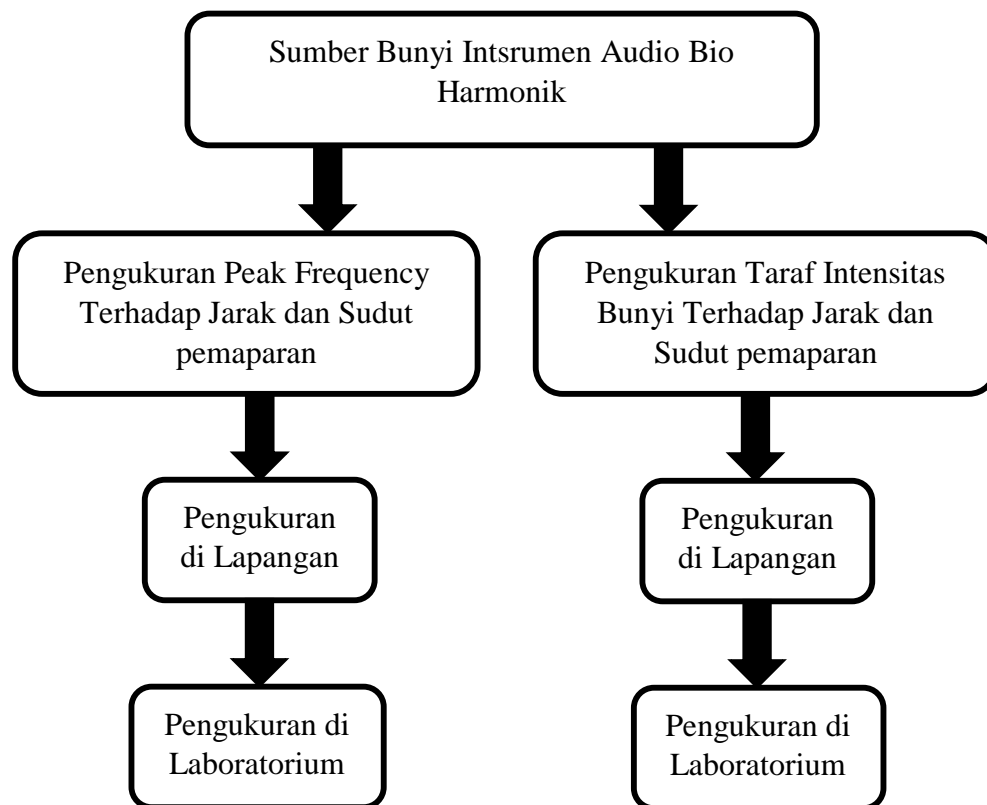
Frekuensi yang dihasilkan oleh sumber bunyi bias diamati melalui suatu alat yaitu osiloskop.



Gambar 2.5 perbedaan frekuensi tinggi dan rendah.

Berdasarkan gambar 2.5, bunyi dengan frekuensi rendah ditunjukkan oleh gambar a sedangkan bunyi dengan frekuensi tinggi ditunjukkan oleh gambar b. Bunyi dengan frekuensi rendah memiliki panjang gelombang yang lebih panjang di banding dengan frekuensi rendah (Kamajaya, 2007:87).

#### E. Kerangka Berfikir



### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukak dari bulan Mei 2017 hingga Desember 2017. Tempat penelitian dilakukan di dua tempat yaitu di Lapangan Bola Klebengan dan di Laboratorium Akustik Getaran dan Gelombang , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univeritas Negeri Yogyakarta.

##### **B. Objek Penelitian**

Objek pada penelitian ini adalah instrument stimulator Audio Bio Harmonik yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya yang memancarkan sumber bunyi hewan garempung.

##### **C. Variabel Penelitian**

###### **1. Variabel Bebas**

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu jarak pengukuran terhadap sumber bunyi dan sudut sapuan sumber bunyi.

###### **2. Variabel Terikat**

Variabel terikat pada peneitian ini yaitu *Peak Frequency* dan Taraf Intensitas bunyi yang dihasilkan oleh alat.

###### **3. Variabel Kontrol**

Variabel-variabel lain yang di kontrol yaitu volume alat yang di set pada maksimum, waktu pengukuran yang dilakukan pagi hari pada pukul 6.30-7.30

WIB, dan gelombang bunyi yang dipaparkan hanya berasal dari instrument stimulator Audio Bio Harmonik.

#### **D. Program Analisis**

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan beberapa aplikasi, yaitu SpectraPlus 5.0, Microsoft Excel 2013 dan Origin 5.0. Software SpectraPlus 5.0 digunakan untuk merekam bunyi yang berasal dari instrument Audio Bio Harmonik tersebut. Kedua yaitu Microsoft Excel 2013 digunakan untuk mengolah data kedalam tabel dan menampilkan data dalam bentuk grafik radar. Kemudian yang ketiga menggunakan software origin 5.0 yang digunakan untuk mengolah data kedalam grafik sumbu x-y.

#### **E. Metode dan Teknik Pengumpulan Data**

Untuk mengetahui distribusi peak frequency dan taraf intensitas bunyi yang dihasilkan instrument Audio Bio Harmonik dilakukan dengan cara merekam sumber bunyi yang dihasilkan dengan menggunakan mic condenser yang telah dipasang pada laptop dan dihubungkan dengan software SpectraPlus. Pengambilan rekaman dilakukan pada tiap jarak dan tiap variasi sudut sapuan bunyi. Hasil rekaman di analisis untuk mengetahui nilai peak frequency sementara nilai taraf intensitas bunyi diukur dengan menggunakan Sound Level Meter Digital. Variasi jarak maksimal pada tiap sudut ditentukan dengan cara sampai pada jarak tertentu peak frequency yang dihasilkan sudah diluar rentang peak frequency *sonic blom* ( 3000 Hz – 5000 Hz ) dimana pengukuran dilakukan pada selang jarak 1 m untuk di lapangan dan 25 cm untuk di Laboratorium. Sementara sudut sapuan divariasi

mulai dari  $0^{\circ}$  –  $180^{\circ}$  dengan selang  $30^{\circ}$  dimana sudut  $90^{\circ}$  sejajar dengan arah depan instrument Audio Bio Harmonik.

## **F. Instrumen Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

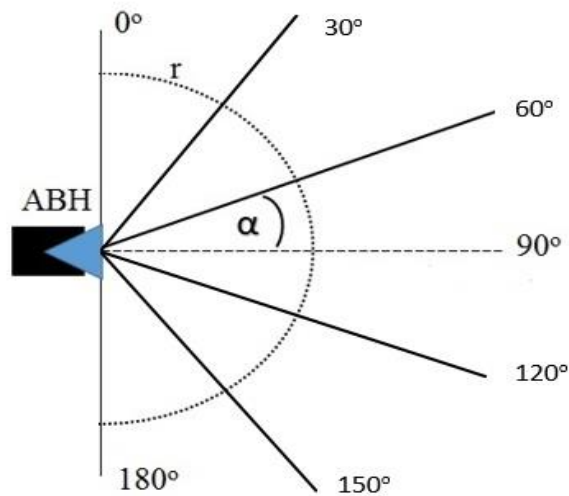
1. Sumber bunyi dari instrumen Audio Bio Harmonik.

Dengan spesifikasi komponen meliputi :

- a. Menggunakan *smartchip* WT5001M0228P.
  - b. Menggunakan *amplifier* tipe APAM8403 5V dengan output daya 3 watt+3 watt yang menggunakan IC 8403 dan kapasitor  $470\mu F$  sebagai filter.
  - c. Menggunakan horn speaker merk Narae dengan spesifikasi daya 12 watt dan impedansi  $8\ \Omega$ .
  - d. Menggunakan daya dari baterai tipe 18650 yang dapat diisi ulang.
2. Mic condenser.
  3. Laptop Asus dengan software SpectraPlus 5.0, Microsoft Excel 2013 dan Origin 5.0.
  4. Busur derajat.
  5. Penggaris dengan panjang 150 cm.
  6. Roll meter.
  7. Sound Level Meter Digital.

## G. Cara Kerja

1. Menyusun alat dan bahan sesuai skema gambar dibawah.



Keterangan:  $\alpha$  = variasi sudut pemaparan

Gambar 3.1 Skema pernelitian

2. Menyiapkan software SpectraPlus 5.0 pada laptop dan menjalankannya.
3. Menempatkan busur derajat untuk mengukur sudut pertama yang akan diukur.
4. Menempatkan roll meter sejajar dengan sudut pertama yang akan diukur.
5. Menghidupkan instrumen Audio Bio Harmonik pada frekuensi pertama yaitu 3000 Hz.
6. Menempatkan mic condenser pada jarak 1 meter untuk pengukuran di lapangan dan jarak 25 cm untuk pengukuran di laboratorium, kemudian merekam bunyi yang tertangkap dengan aplikasi SpectraPlus dan mengukur



taraf intensitas bunyi dengan menggunakan Sound Level Meter pada titik yang sama.

7. Melanjutkan pada frekuensi selanjutnya yaitu 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz.
8. Melakukan pengulangan rekaman sebanyak 5 kali untuk setiap frekuensi dan taraf intensitas bunyi pada setiap jarak dan menyimpan hasil rekaman.
9. Melakukan perekaman sampai semua frekuensi menunjukkan *peak frequency* nya pada jarak tertentu sudah berada diluar rentang frekuensi Sonic Blom.
10. Melakukan pengulangan langkah 3 sampai 9 untuk setiap sudut pemaparan yaitu  $0^{\circ}$  sampai  $180^{\circ}$  dengan variasi sudut yaitu  $30^{\circ}$ .

#### **H. Teknik Analisis Data**

Dalam penelitian ini terdapat tiga software untuk menganalisis data yang telah diperoleh. Pertama SpectraPlus 5.0 sebagai perekam bunyi yang dihasilkan instrumen Audio Bio Harmonik yang kemudian di analisis peak frequency dari bunyi tersebut. Microsoft Excel digunakan untuk mengolah data yang telah didapatkan ke dalam bentuk tabel kemudian menganalisa data kedalam bentuk grafik tipe radar. Terakhir yaitu Origin 5.0 digunakan untuk menganalisis data kedalam bentuk grafik x-y dari data peak frequency maupun taraf intensitas bunyi.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini berjudul “Uji Validasi Output Teknologi Audio Bio Harmonik Dengan Menggunakan Smartchip Seri WT5001 Ditinjau Dari Variasi *Peak Frequency* Dan Taraf Intensitas Bunyi Yang Dihasilkan”. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola distribusi *peak frequency* dan taraf intensitas dari instrument stimulator Audio Bio Harmonik terhadap perubahan jarak dan sudut pemaparan.

Penelitian dilakukan di lapangan dan laboratorium. Penelitian di lapangan bertujuan untuk menguji instrumen Audio Bio harmonik dalam seberapa jauh alat bekerja secara efisien pada kenyataannya. Pengambilan dilakukan dengan mengontrol tempat dan waktu dimana waktu yang digunakan yaitu pagi saat matahari mulai terbit dan menyinari tanaman yaitu sekitar pukul 5.30 sampai 6.30 WIB sedangkan tempat yaitu di lapangan bola Klebengan. Karena pada penelitian sebelumnya telah dilakukan bahwa tanaman paling baik menerima respon dari bunyi garempung disaat matahari mulai menyinarinya. Penelitian selanjutnya dilakukan di laboratorium getaran dan gelombang. Penelitian di laboratorium dilakukan sebagai pembanding terhadap penelitian di lapangan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui apakah pola yang terbentuk antara study lapangan dan study laboratorium memiliki kesamaan.

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu *peak frequency* dan taraf intensitas bunyi yang dihasilkan oleh instrument Audio Bio Harmonik. Pada pelaksanaannya ABH di letakan di tengah lapangan dan dilakukan pengukuran *peak frequency* dan taraf

intensitas bunyi di area pemaparan bunyi keluarannya. Pengukuran dilakukan di setiap titik dengan selang 1 meter dengan variasi sudut yaitu antara  $0^{\circ}$  sampai  $180^{\circ}$  dengan selang  $30^{\circ}$ . Pengukuran *peak frequency* dengan taraf intensitas bunyi dilakukan secara bersamaan untuk setiap titik pengukuran tetapi menggunakan alat ukur yang berbeda. Pengukuran *peak frequency* menggunakan software SpectraPlus 5.0 pada computer sedangkan pengukuran taraf intensitas bunyi menggunakan *Sound Level Meter*.

**a. Grafik pola distribusi *peak frequency* terhadap variasi jarak dan sudut pemaparan.**

Percobaan ini dilakukan pengukuran nilai *peak frequency* dari instrument ABH yang dilakukan di dua tempat yaitu di lapangan dan laboratorium. Metode yang digunakan untuk pengukuran di lapangan maupun di laboratorium menggunakan metode yang sama. Pengukuran *peak frequency* di ukur pada setiap jaraknya dan setiap sudut pemaparan. Rentang jarak yang digunakan yaitu 1 meter untuk di lapangan dan 25 centimeter untuk di laboratorium dengan rentang sudut pemaparan masing-masing yaitu  $30^{\circ}$  mulai dari  $0^{\circ} - 180^{\circ}$ . Area pengukuran yaitu hanya pada area horizontal terhadap sumber bunyi instrument Audio Bio Harmonik. Pengukuran menggunakan *mic condenser* ditempatkan sejajar dengan titik tengah speaker sumber bunyi dari instrument Audio Bio Harmonik. Pengukuran dilakukan berulang untuk mendapatkan data yang lebih valid dan akurat, yaitu sebanyak 5 kali untuk setiap titik pengambilan data *peak frequency*. Tujuan dari pengukuran ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jarak dan sudut

pemaparan terhadap *peak frequency* instrument ABH. Pada setiap titik dengan jarak berbeda-beda apakah memiliki *peak frequency* yang sama atau tidak.

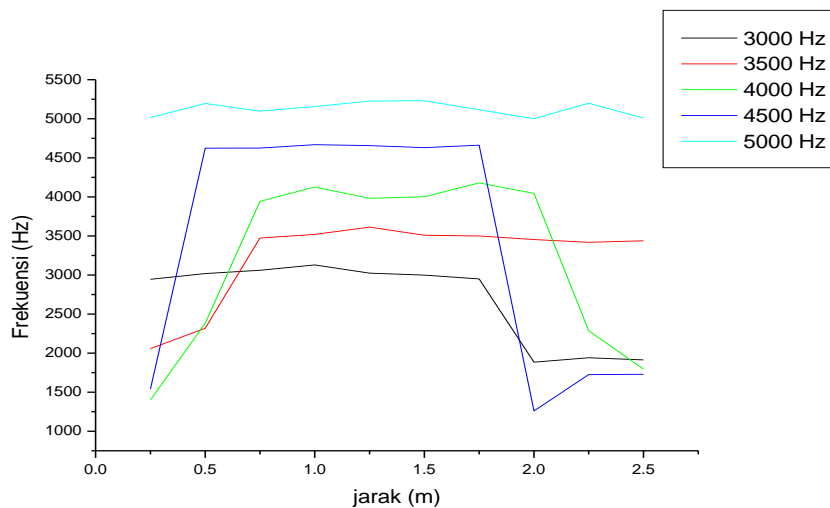
Untuk pengukuran di laboratorium dilakukan tidak mengontrol waktu karena dapat dilakukan pada pukul berapapun. Pengukuran di laboratorium ditujukan untuk pendukung serta pembandingan terhadap pengukuran yang telah dilakukan di lapangan.

Hasil pengukuran dimasukkan ke dalam tabel data dan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti di bawah berikut ini.

1. Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Laboratorium

a. Tabel 4.1 Pengukuran sudut 0°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2945.21	2058.04	1400.74	1540.70	5014.01
50	3019.01	2318.05	2381.59	4623.18	5195.43
75	3060.41	3473.30	3941.65	4625.34	5096.91
100	3128.92	3519.60	4126.84	4668.94	5156.13
125	3023.80	3613.81	3982.03	4657.09	5226.65
150	2998.50	3509.37	4001.95	4630.18	5232.05
175	2950.59	3500.22	4179.59	4661.94	5115.75
200	1884.16	3453.39	4045.01	1260.23	5000.01
225	1940.14	3417.86	2286.29	1725.35	5198.12
250	1913.76	3438.31	1795.87	1729.12	5009.16



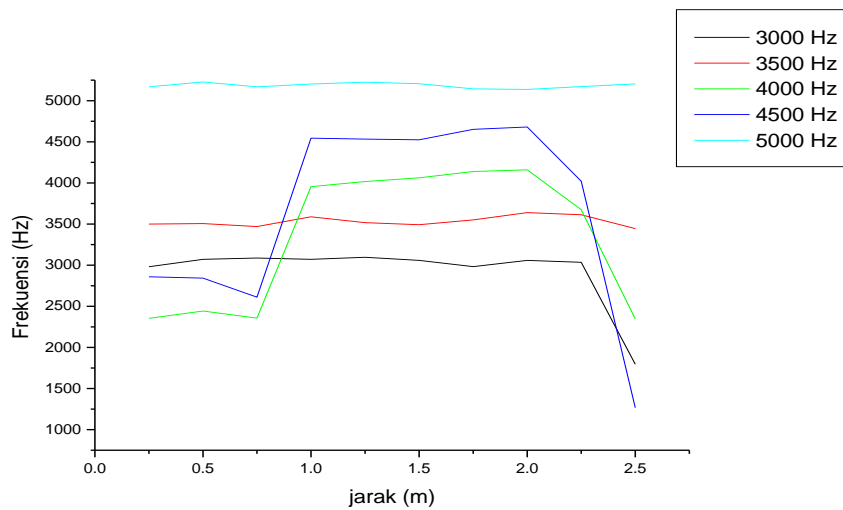
Gambar 4.1 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Tabel 4.1 dan grafik pada gambar 4.1 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $0^\circ$  yang dilakukan di dalam laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu 5000 Hz. Sedangkan *peak frequency* yang lain mengalami fluktuasi. *Peak frequency* 3000 Hz stabil dari jarak 25 cm – 175 cm dan menurun drastic pada jarak 200 cm dan 250 cm. *Peak frequency* 3500 stabil pada jarak 75 cm – 250 cm. *Peak frequency* 4000 Hz stabil pada jarak 75 cm – 200 cm. *Peak frequency* 4500 stabil pada jarak 50 cm – 175 cm.

b. Tabel 4.2 Pengukuran sudut  $30^\circ$

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2981.81	3499.69	2354.12	2859.61	5169.58
50	3071.17	3506.14	2442.40	2842.38	5227.19
75	3086.78	3469.54	2356.81	2611.44	5168.51
100	3070.64	3587.97	3954.57	4544.58	5202.96

125	3096.47	3517.45	4017.02	4533.28	5224.49
150	3058.25	3492.69	4062.49	4524.89	5206.73
175	2982.35	3550.82	4139.22	4651.17	5144.30
200	3058.79	3639.65	4159.68	4680.78	5136.75
225	3035.11	3612.73	3674.10	4020.79	5171.20
250	1795.33	3444.65	2346.22	1266.87	5203.89

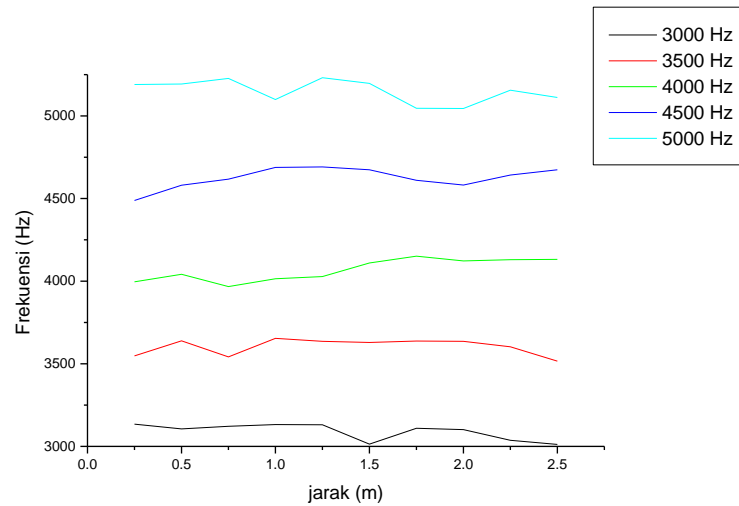


Gambar 4.2 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $30^\circ$

Tabel 4.2 dan grafik pada gambar 4.2 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $30^\circ$  yang dilakukan di dalam laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu 5000 Hz dan 3500 Hz. Sedangkan *peak frequency* yang lain mengalami fluktuasi. *Peak frequency* 3000 Hz stabil pada jarak 25 cm – 225 cm dan menurun drastic pada jarak 250 cm. *Peak frequency* 4000 Hz stabil pada jarak 100 cm – 225 cm. *Peak frequency* 4500 stabil pada jarak 100 cm – 225 cm.

c. Tabel 4.3 Pengukuran sudut 60°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3134.70	3547.60	3995.96	4488.06	5190.43
50	3106.16	3639.11	4041.78	4580.65	5193.27
75	3121.24	3541.67	3967.34	4617.26	5227.19
100	3132.00	3653.65	4014.71	4688.32	5099.06
125	3130.93	3635.88	4027.78	4691.55	5231.49
150	3013.42	3628.88	4110.15	4674.32	5197.04
175	3109.93	3637.50	4151.23	4610.26	5046.31
200	3101.32	3635.88	4122.53	4581.73	5045.23
225	3036.72	3602.50	4130.07	4642.02	5155.59
250	3011.80	3515.84	4131.69	4674.32	5111.44



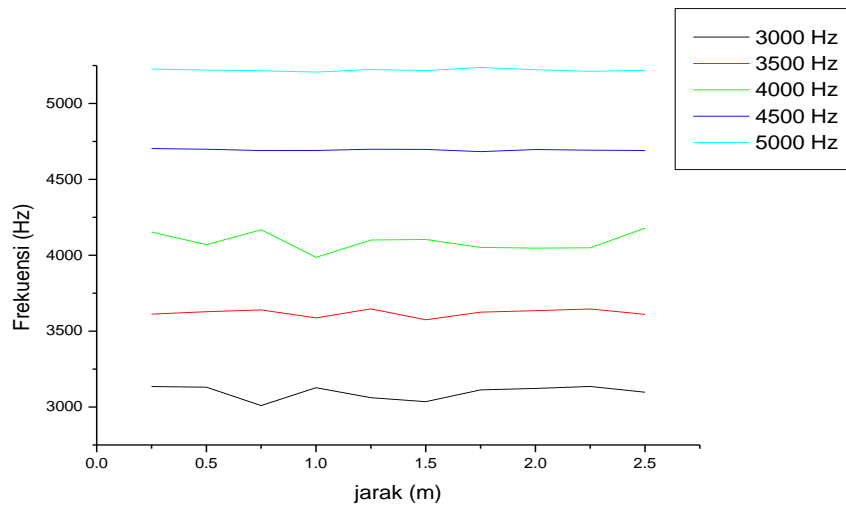
Gambar 4.3 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 60°

Tabel 4.3 dan grafik pada gambar 4.3 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 60° yang dilakukan di dalam

laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, semua *peak frequency* stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu.

d. Tabel 4.4 Pengukuran sudut 90°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3134.70	3612.20	4153.21	4702.85	5227.19
50	3130.93	3627.81	4069.78	4699.08	5220.19
75	3009.80	3639.65	4168.29	4689.93	5215.35
100	3127.16	3587.43	3986.33	4690.47	5207.27
125	3061.48	3646.65	4100.46	4698.54	5223.42
150	3035.10	3574.51	4103.69	4697.47	5216.96
175	3113.16	3625.11	4052.01	4682.93	5237.73
200	3122.85	3635.32	4047.17	4696.93	5222.34
225	3135.77	3646.11	4049.16	4692.62	5212.12
250	3097.55	3610.56	4179.06	4690.47	5218.57



Gambar 4.4 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 90°

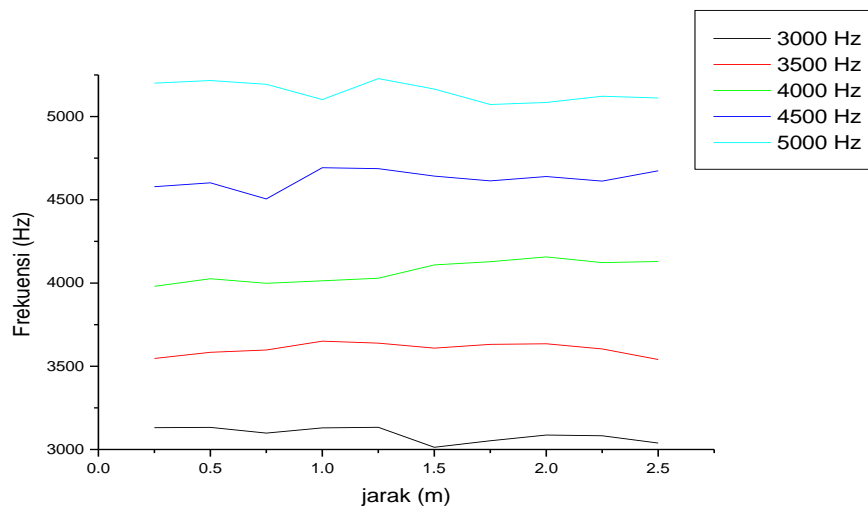
Tabel 4.4 dan grafik pada gambar 4.4 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 90° yang dilakukan di dalam



laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, semua *peak frequency* stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu.

e. Tabel 4.5 Pengukuran sudut 120°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3130.93	3546.52	3980.41	4579.03	5200.66
50	3132.54	3584.20	4026.17	4601.65	5216.42
75	3098.63	3597.66	3998.50	4505.29	5193.81
100	3129.85	3650.42	4013.64	4692.62	5102.29
125	3133.08	3639.11	4028.86	4687.24	5228.26
150	3013.03	3608.96	4109.07	4642.56	5165.28
175	3052.18	3631.57	4127.92	4613.49	5072.15
200	3086.78	3635.34	4156.62	4639.87	5084.53
225	3082.48	3604.12	4122.53	4612.41	5122.21
250	3038.72	3540.60	4129.53	4674.32	5111.44

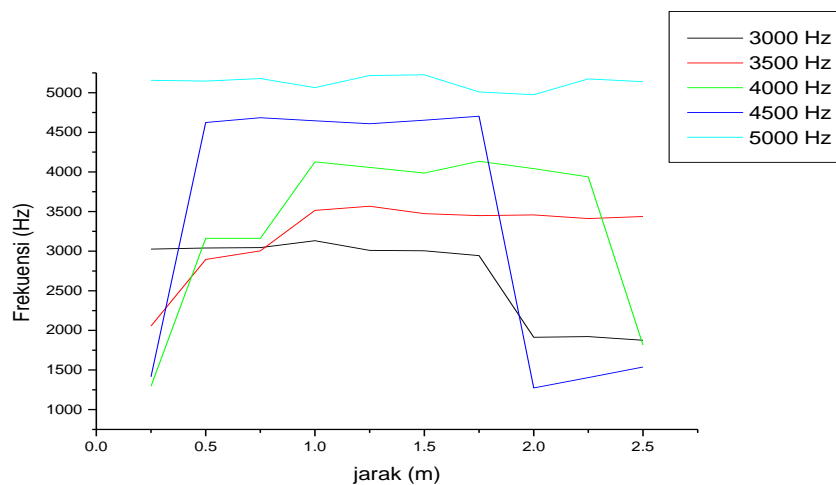


Gambar 4.5 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 120°

Tabel 4.5 dan grafik pada gambar 4.5 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $120^\circ$  yang dilakukan di dalam laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, semua *peak frequency* stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu. Hal ini menunjukkan dari sudut  $60^\circ$ - $120^\circ$  merupakan area yang memiliki paparan paling efektif karena semua *peak frequency* mengalami kestabilan nilai.

f. Tabel 4.6 Pengukuran sudut  $150^\circ$

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3039.41	3488.92	2358.96	2757.87	5169.04
50	3076.56	3534.14	2442.40	2842.38	5207.27
75	3029.18	3480.30	2351.96	2713.18	5169.05
100	3065.25	3559.98	3954.57	4544.58	5222.88
125	3102.93	3566.44	4094.00	4596.80	5168.51
150	3032.41	3601.43	4088.08	4681.32	5120.59
175	3000.11	3527.14	4094.54	4616.72	5159.91
200	3011.42	3594.43	4131.15	4616.18	5176.05
225	3058.25	3492.69	1762.49	1284.89	5206.73
250	1782.95	3448.14	2309.97	1267.23	5170.14

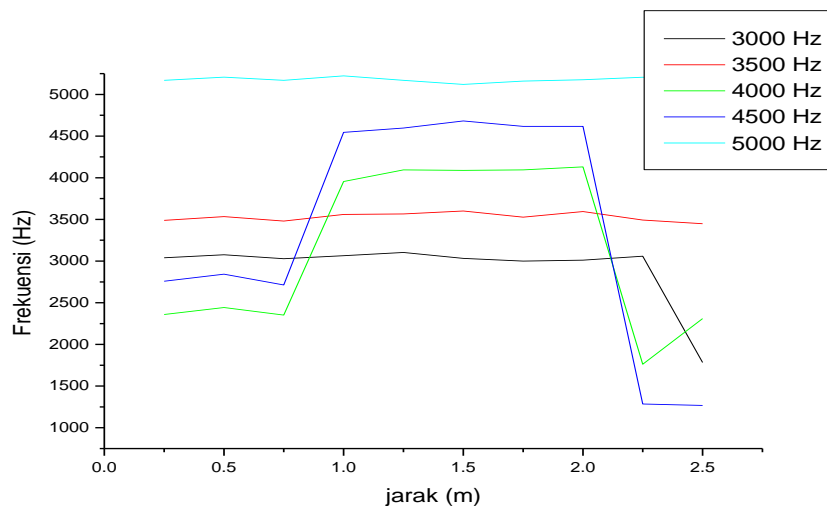


Gambar 4.6 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $150^\circ$

Tabel 4.6 dan grafik pada gambar 4.6 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $150^\circ$  yang dilakukan di dalam laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu 5000 Hz dan 3500 Hz. Sedangkan *peak frequency* yang lain mengalami fluktuasi. *Peak frequency* 3000 Hz stabil pada jarak 25 cm – 225 cm dan menurun drastic pada jarak 250 cm. *Peak frequency* 4000 Hz dan 4500 Hz stabil pada jarak 100 cm – 225 cm.

g. Tabel 4.7 Pengukuran sudut  $180^\circ$

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3025.95	2055.34	1295.22	1414.19	5156.66
50	3039.71	2895.68	3161.62	4624.26	5146.17
75	3044.86	3003.88	3161.62	4683.47	5178.74
100	3132.00	3514.76	4126.30	4645.25	5064.61
125	3009.80	3566.97	4056.86	4608.60	5216.96
150	3005.50	3473.84	3986.34	4652.79	5226.51
175	2944.13	3449.08	4134.91	4703.39	5009.16
200	1912.54	3457.16	4042.32	1273.05	4974.71
225	1921.30	3410.86	3936.81	1405.04	5173.89
250	1876.08	3437.78	1814.71	1537.90	5138.76



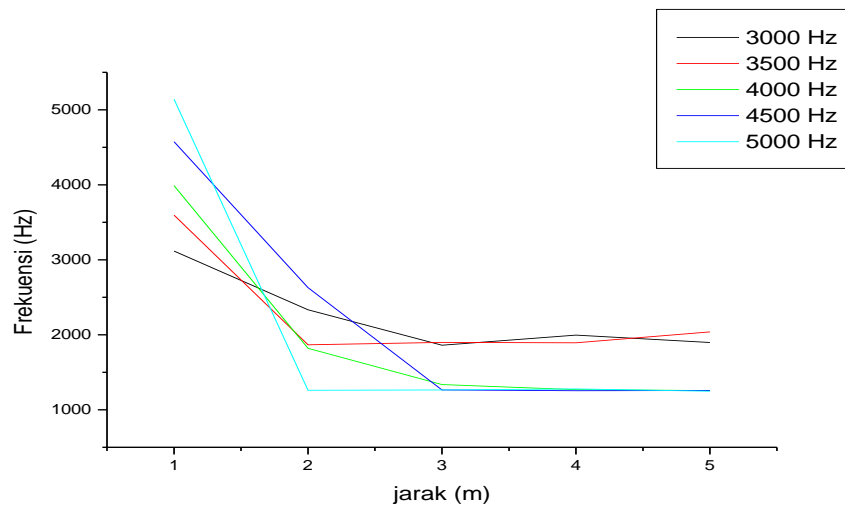
Gambar 4.7 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $180^\circ$

Tabel 4.7 dan grafik pada gambar 4.7 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $180^\circ$  yang dilakukan di dalam laboratorium. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 25 cm – 250 cm yaitu 5000 Hz. Sedangkan *peak frequency* yang lain mengalami fluktuasi. *Peak frequency* 3000 Hz stabil pada jarak 25 cm – 175 cm dan menurun drastis sampai jarak 250 cm. *Peak frequency* 3500 Hz stabil pada jarak 100 cm – 250 cm. *Peak frequency* 4000 Hz stabil pada jarak 100 cm – 225 cm. *Peak frequency* 4500 Hz stabil pada jarak 50 cm – 175 cm.

## 2. Data Hasil Rata-rata Pengukuran *Peak frequency* di Lapangan

a. Tabel 4.8 Pengukuran sudut  $0^\circ$

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3115.85	3596.04	3989.03	4574.73	5141.59
2	2333.66	1866.93	1819.46	2628.13	1260.94
3	1861.01	1899.23	1336.26	1264.00	1264.54
4	1996.13	1893.31	1268.84	1254.83	1278.54
5	1897.08	2038.65	1255.92	1258.08	1247.93

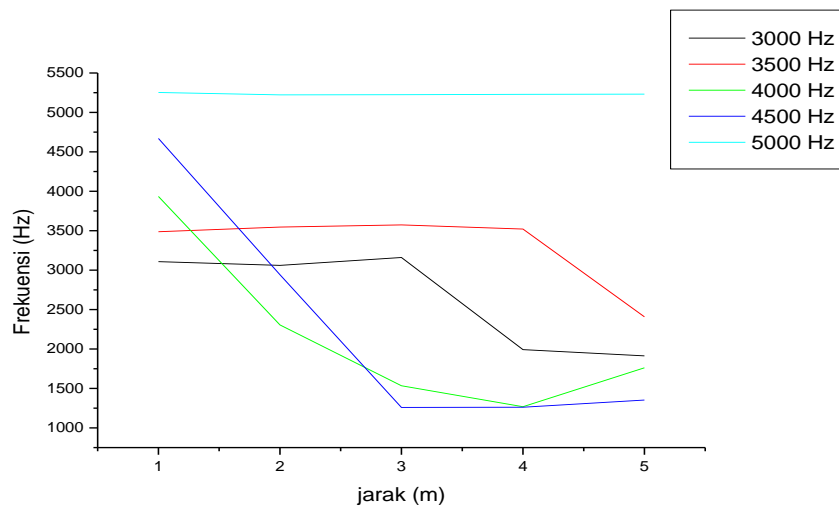


Gambar 4.8 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $0^\circ$

Tabel 4.8 dan grafik pada gambar 4.8 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan  $0^\circ$  yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, semua *peak frequency* hanya terbaca pada jarak 1 m dan mengalami penurunan yg drastis pada jarak 2 – 5 m.

b. Tabel 4.9 Pengukuran sudut 30°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3108.22	3486.75	3934.12	4669.95	5252.43
2	3061.06	3545.44	2305.13	2941.97	5222.88
3	3160.54	3573.96	1534.50	1258.61	5225.57
4	1992.36	3521.20	1268.85	1261.84	5228.80
5	1913.76	2408.14	1762.27	1352.82	5231.03

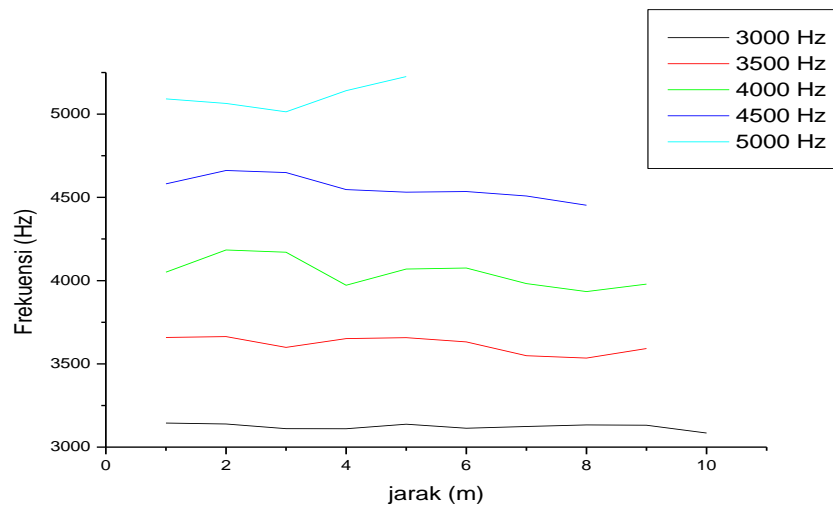


Gambar 4.9 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 30°

Tabel 4.9 dan grafik pada gambar 4.9 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 30° yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 1 – 5 m yaitu 5000 Hz. *Peak frequency* 3000 Hz stabil pada jarak 1- 3 m, peak 3500 Hz stabil pada jarak 1 – 4 m, sedangkan peak 4000 Hz dan 4500 Hz hanya terbaca pada jarak 1 m.

c. Tabel 4.10 Pengukuran sudut 60°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3144.41	3659.03	4050.93	4581.19	5091.63
2	3139.00	3663.87	4184.44	4661.40	5064.07
3	3111.01	3598.74	4170.45	4649.48	5014.00
4	3110.55	3652.03	3972.50	4547.20	5141.05
5	3137.93	3657.41	4069.78	4531.13	5225.57
6	3113.70	3632.11	4075.70	4534.89	
7	3123.93	3549.21	3982.03	4508.20	
8	3133.08	3534.68	3934.12	4452.66	
9	3131.47	3592.27	3979.33		
10	3084.66				



Gambar 4.10 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 60°

Tabel 4.10 dan grafik pada gambar 4.10 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 60° yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 1 – 10 m yaitu 3000 Hz. *Peak frequency* 3500 Hz dan 4000

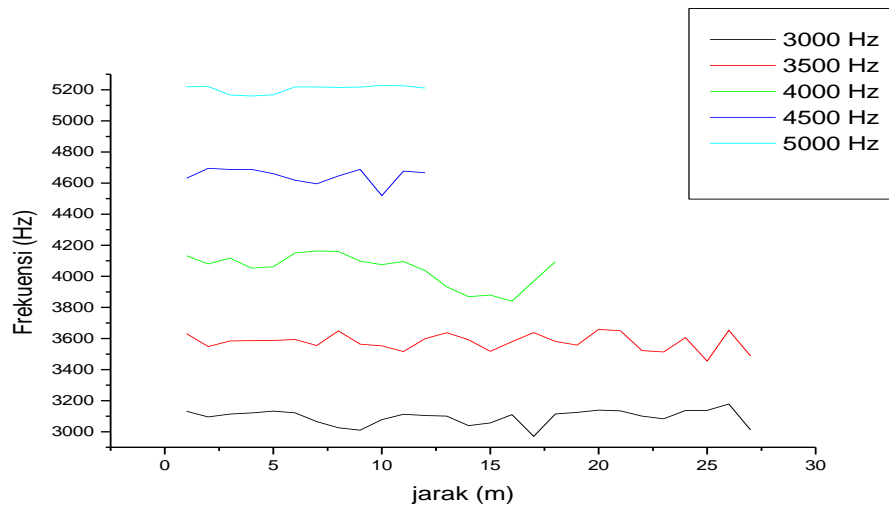
Hz stabil pada jarak 1 - 9 m, peak 4500 Hz stabil pada jarak 1 - 8 m.

Sedangkan peak 5000 Hz hanya stabil pada jarak 1 – 5 m.

d. Tabel 4.11 Pengukuran sudut 90°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3131.87	3631.04	4132.67	4631.28	5219.65
2	3095.56	3547.97	4080.11	4694.76	5221.51
3	3113.86	3584.13	4117.36	4687.49	5167.09
4	3121.24	3586.81	4053.12	4688.09	5160.26
5	3132.51	3587.30	4062.42	4660.57	5168.36
6	3121.78	3593.89	4150.20	4618.87	5219.01
7	3065.79	3554.59	4163.21	4595.31	5218.57
8	3025.95	3649.34	4160.21	4645.79	5215.34
9	3010.34	3563.21	4097.77	4688.32	5217.50
10	3078.17	3552.98	4075.70	4519.20	5228.80
11	3112.63	3516.37	4095.62	4677.01	5226.11
12	3104.55	3599.28	4036.94	4666.24	5211.57
13	3100.78	3636.96	3932.50		
14	3039.41	3591.91	3868.98		
15	3056.64	3517.45	3879.61		
16	3109.93	3579.36	3840.37		
17	2970.50	3637.63	3968.99		
18	3114.78	3581.51	4094.54		
19	3125.01	3557.28			
20	3139.06	3658.49			
21	3134.85	3649.88			
22	3100.71	3522.29			
23	3083.16	3513.68			
24	3136.85	3605.73			
25	3137.38	3454.72			
26	3178.84	3652.57			
27	3012.49	3487.84			





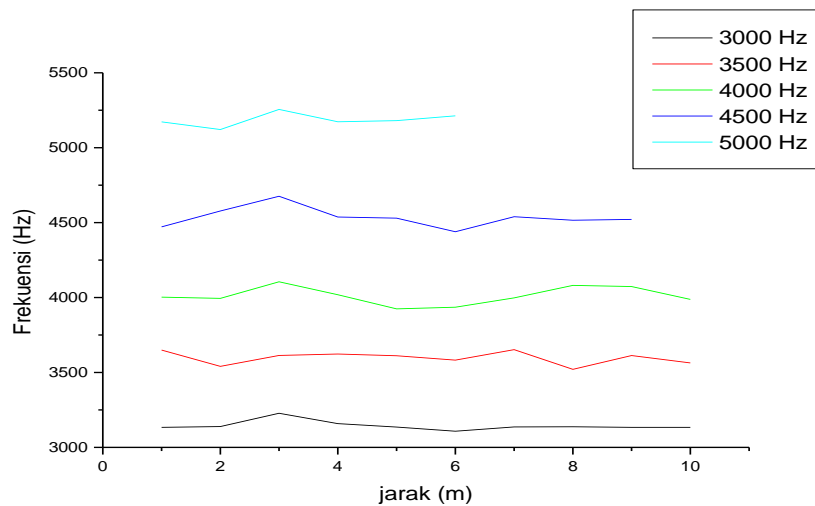
Gambar 4.11 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut  $90^\circ$

Tabel 4.11 dan grafik pada gambar 4.11 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut paparan  $90^\circ$  yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 1 – 10 m yaitu 3000 Hz dan 3500 Hz. *Peak frequency* 4000 Hz stabil pada jarak 1 - 18 m. Sedangkan peak 4500 Hz dan 5000 Hz stabil pada jarak 1 – 10 m. Pada sudut  $90^\circ$  ini merupakan sudut dengan jangkauan terjauh untuk setiap *peak frequency* nya. Dalam hal ini merupakan sudut terbaik untuk menerima paparan bunyi dari sumber instrumen stimulator Audio Bio Harmonik.

e. Tabel 4.12 Pengukuran sudut  $120^\circ$

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3133.62	3649.34	4003.03	4471.37	5172.45
2	3139.00	3540.60	3994.41	4577.42	5120.86

3	3227.83	3613.27	4105.30	4675.94	5255.28
4	3158.92	3623.48	4018.63	4537.58	5172.82
5	3135.77	3611.57	3924.55	4530.05	5180.89
6	3108.32	3582.43	3935.84	4439.06	5212.65
7	3136.31	3652.57	3998.18	4539.20	
8	3137.93	3520.66	4081.08	4516.19	
9	3133.62	3612.73	4073.55	4521.44	
10	3133.62	3563.74	3987.41		

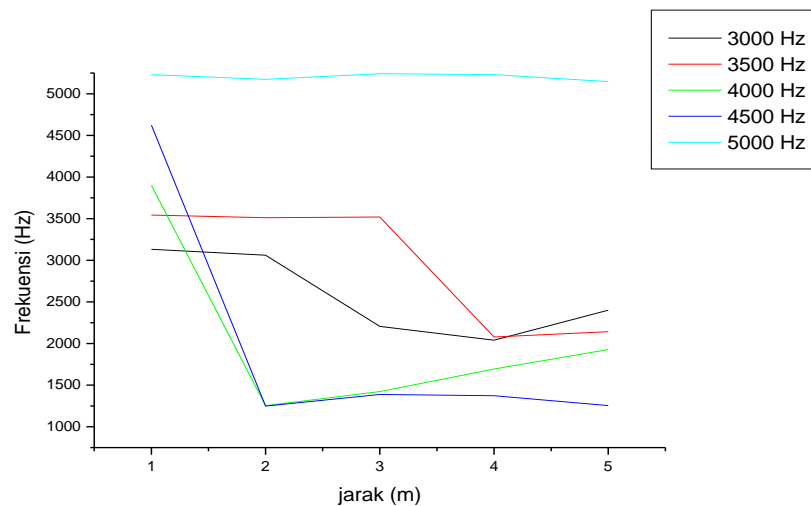


Gambar 4.12 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 120°

Tabel 4.12 dan grafik pada gambar 4.12 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 120° yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 1 – 10 m yaitu 3000 Hz, 3500 Hz dan 4000 Hz. *Peak frequency* 4500 Hz stabil pada jarak 1 - 9 m. Sedangkan *peak frequency* 5000 Hz hanya stabil pada jarak 1 – 6 m.

f. Tabel 4.13 Pengukuran sudut 150°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3132.00	3543.82	3900.10	4622.78	5230.42
2	3060.95	3511.53	1253.77	1248.93	5173.89
3	2206.39	3519.60	1423.50	1388.35	5241.42
4	2040.27	2079.03	1694.13	1372.74	5229.46
5	2399.88	2142.02	1927.76	1254.83	5145.94

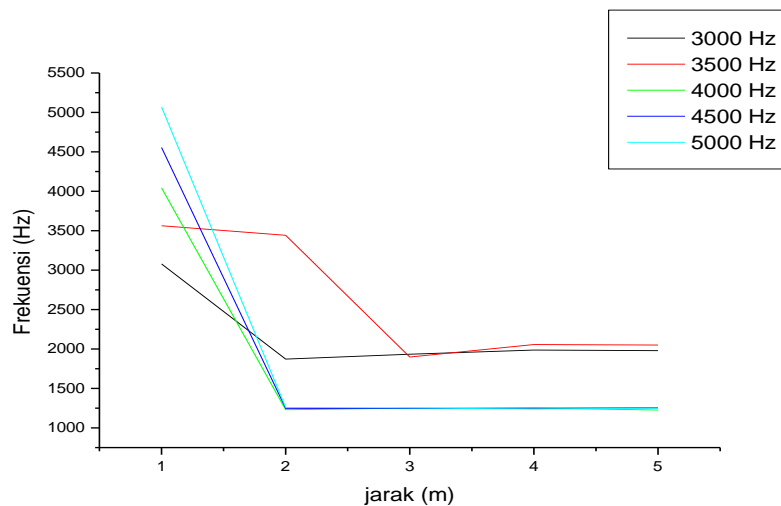


Gambar 4.13 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 150°

Tabel 4.13 dan grafik pada gambar 4.13 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 150° yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* yang paling stabil untuk jarak 1 - 5 m yaitu 5000 Hz. *Peak frequency* 3000 Hz stabil pada jarak 1 - 2 m, *peak* 3500 Hz stabil pada jarak 1 – 3 m, sedangkan *peak* 4000 Hz dan 4500 Hz hanya terbaca pada jarak 1 m.

g. Tabel 4.14 Pengukuran sudut 180°

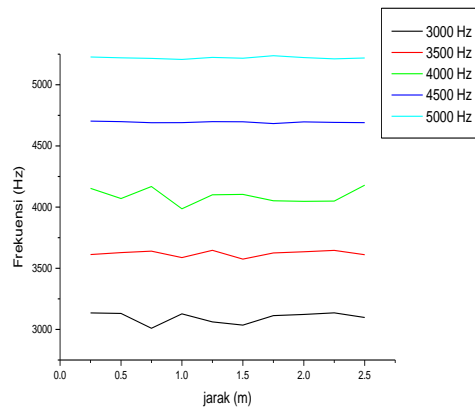
Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3078.71	3563.20	4043.94	4555.58	5070.00
2	1872.31	3442.08	1230.09	1247.85	1258.62
3	1933.68	1898.13	1251.70	1244.62	1252.32
4	1986.98	2056.56	1251.08	1249.46	1237.62
5	1979.41	2050.50	1226.31	1253.77	1248.93



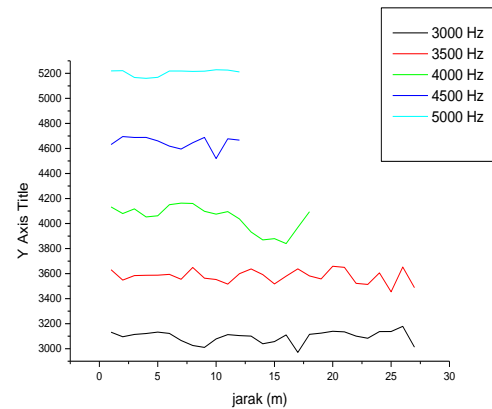
Gambar 4.14 Grafik *peak frequency* vs jarak pada sudut 180°

Tabel 4.14 dan grafik pada gambar 4.14 menunjukkan hubungan *peak frequency* dan jarak untuk sudut pemaparan 180° yang dilakukan di dalam lapangan. Berdasarkan grafik yang terbentuk, *peak frequency* 3500 stabil pada jarak 1 – 2 m saja. Sedangkan *peak frequency* lainnya hanya terbaca pada jarak 1 m dan mengalami penurunan yg drastis pada jarak 2 – 5 m.

Untuk melihat perbandingan antara pengukuran di laboratorium dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.15 Pengukuran *Peak Frequency* di Laboratorium



Gambar 4.16 Pengukuran *Peak Frequency* di Lapangan

Berdasarkan tabel 4.15 terlihat persamaan pola antara pengukuran di laboratorium dan di lapangan. Pola yang terbentuk memiliki persamaan untuk nilai yang stabil pada setiap jaraknya, baik pengukuran dengan jarak pendek di laboratorium dan dengan pengukuran jarak panjang di lapangan.

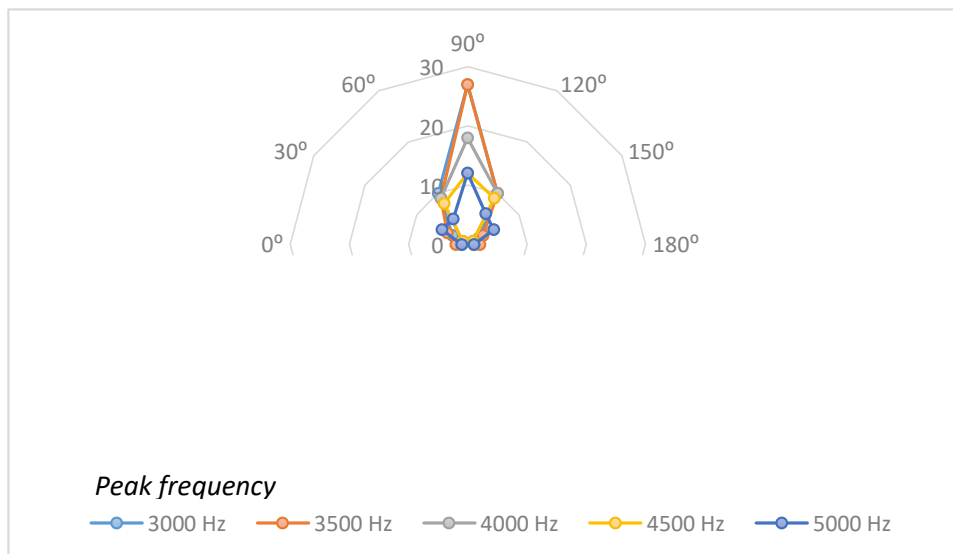
Berdasarkan grafik pada gambar 4.8 – 4.14 untuk setiap *peak frequency* dari instrument ABH memiliki jangkauan yang berbeda-beda. Jangkauan untuk setiap frekuensi dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.15 Jangkauan Terjauh *Peak frequency* untuk setiap sudut

<i>Peak frequency</i>	Jarak terjauh untuk setiap sudut ( m )									
	0°				30°	60°	90°	120°	150°	180°
3000 Hz	1	3	10	27	10	2		1		
3500 Hz	1	4	10	27	9	3		2		
4000 Hz	1	1	10	18	9	1		1		

4500 Hz	1	1	9	12	8	1	1
5000 Hz	1	5	6	12	5	5	1

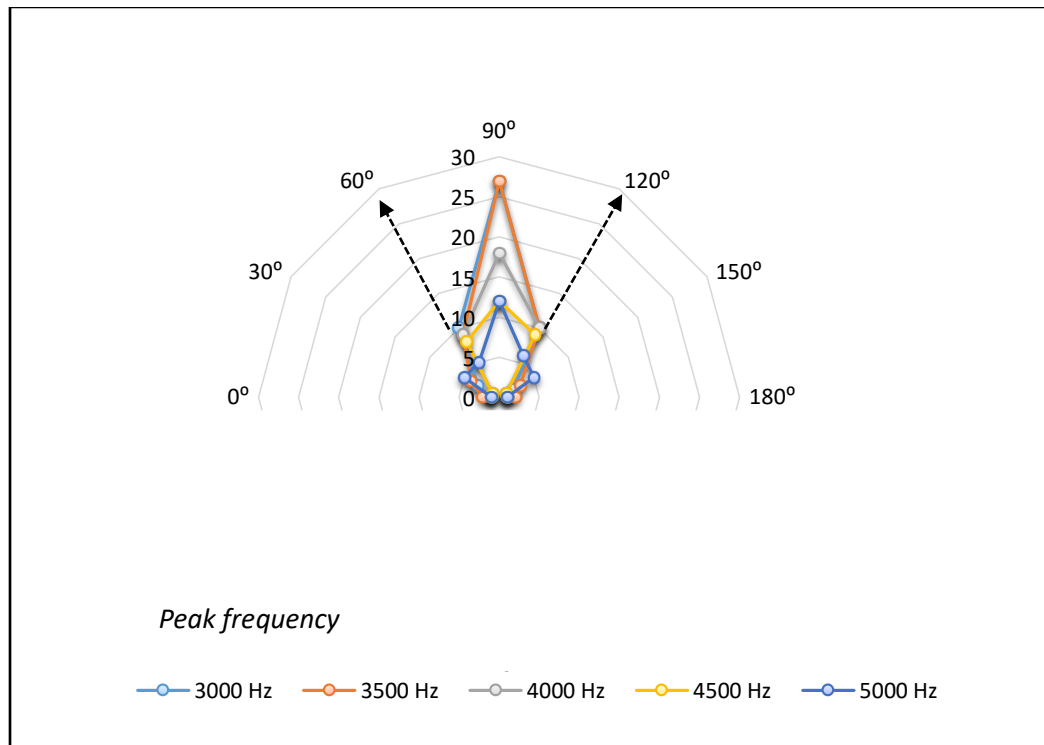
Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat bahwa jarak terjauh untuk setiap *peak frequency* beradada pada sudut  $90^\circ$ , dengan *peak frequency* 3000 Hz dan 3500 Hz memiliki jangkauan yang paling jauh yaitu mencapai jarak 27 meter. Sedangkan jangkauan terpendek untuk setiap *peak frequency* berada pada sudut  $0^\circ$  dan  $180^\circ$ . Untuk mengetahui pola yang terbentuk dari *peak frequency* alat ABH dapat di tampilkan pada grafik radar.



Gambar 4.17 distribusi *Peak frequency*

Dari grafik pada gambar 4.15 dapat dilihat bahwa sudut pemaparan yang paling baik berada pada sudut antara  $90^\circ$ . Sedangkan untuk area pemaparan yang terbentuk seperti grafik di atas menunjukkan bahwa area yang paling efektif

menerima paparan bunyi instrumen ABH berada pada sudut range antara  $60^\circ$  -  $120^\circ$ . Artinya instrument ABH memiliki range sapuan pemaparan terbaik membentuk sudut  $60^\circ$  dari muka sumber bunyi. Hal tersebut ditampilkan pada gambar di bawah.

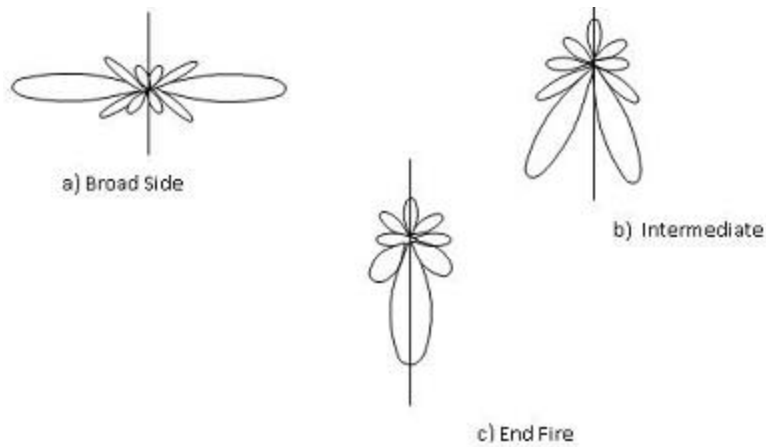


Gambar 4.8 Area Distribusi *Peak frequency*

Area yang berada di antara garis putus-putus di atas menunjukkan area yang efektif menerima paparan bunyi dari instrument ABH. Pada gambar 4.16 untuk area dengan jarak antara 10 meter masih membentuk sudut  $60^\circ$  kemudian mengerucut menuju garis  $90^\circ$ .

Apabila dikaitkan dengan pola radiasi maka gambar pola yang terbentuk bisa dikaitkan dengan pola radiasi suatu antenna. Pola radiasi (*radiation pattern*) suatu antenna adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna

pada medan jauh sebagai fungsi arah. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan dan disebut pola daya (*power pattern*) apabila yang digambarkan adalah pointing vektor.

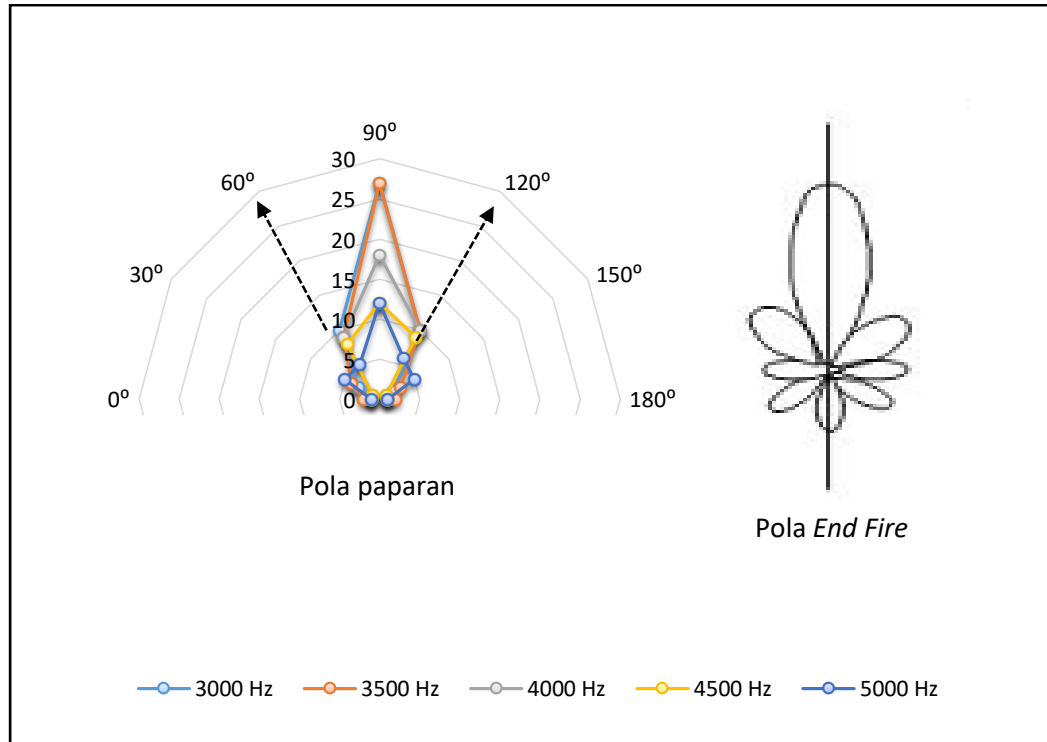


Gambar 4.19 Pola Radiasi Antena.

Suatu antena *broad side* adalah antena dimana pancaran utama maksimum dalam arah normal terhadap bidang dimana antena berada. Sedangkan antena *end fire* adalah antena yang pancaran utama maksimum dalam arah paralel terhadap bidang utama dimana antena berada. Antena yang mempunyai pola radiasi di mana arah maksimum main lobe berada diantara bentuk *broad side* dan *end fire* yang disebut dengan *intermediate*.

Pola yang terbentuk dari area distribusi *peak frequency* menyerupai pola radiasi antenna tipe *end fire*, dimana pola radiasi atau pemaparan paling dominan berada di muka instrument Audio Bio Harmonik atau pada sudut  $90^\circ$ . Kesamaan pola distribusi paparan instrument Audio Bio Harmonik dengan pola radiasi antenna tipe *end fire* ditunjukkan pada gambar 4.18.





Gambar 4.20 Persamaan Pola distribusi *Peak frequency* dengan Pola Radiasi Antena Tipe *End Fire*.

**b. Grafik pola distribusi taraf intensitas bunyi terhadap variasi jarak dan sudut pemaparan.**

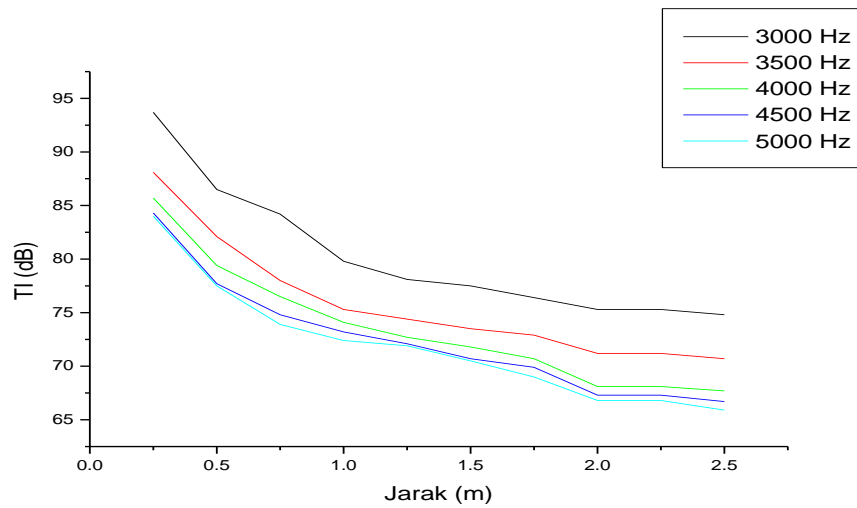
Pengukuran taraf intensitas bunyi dilakukan bersamaan di waktu dan tempat yang sama dengan pengukuran *peak frequency*. Pengukuran taraf intensitas ini menggunakan alat ukur *Sound Level Meter*. Pengukuran dilakukan di setiap titik jarak untuk setiap sudut pemaparan. Variasi jarak dan sudut yang digunakan sama dengan variasi saat pengukuran *peak frequency* yaitu rentang 1 meter antar titik untuk setiap sudut pemaparan dan rentang 30° untuk variasi sudut pemaparannya.

Pengukuran taraf intensitas juga dilakukan di dua tempat yaitu di lapangan dan di laboratorium. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak serta untuk mengetahui persamaan yang terbentuk. Data yang diperoleh dari pengukuran kemudian di tampilkan dalam bentuk grafik. Grafik data taraf intensitas bunyi untuk setiap *peak frekuensi* pada pengukuran di laboratorium digambarkan sebagai berikut.

Tabel dan Grafik Grafik hasil data pengukuran di laboratorium

Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 0°

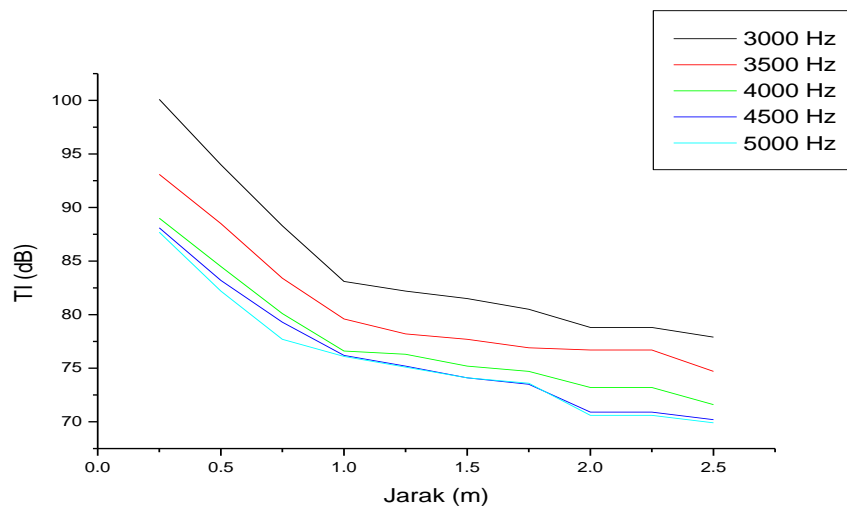
Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	93.7	88.1	85.7	84.3	84.0
50	86.5	82.1	79.4	77.7	77.5
75	84.2	78.0	76.5	74.8	73.9
100	79.8	75.3	74.1	73.2	72.4
125	78.1	74.4	72.7	72.1	71.9
150	77.5	73.5	71.8	70.7	70.5
175	76.4	72.9	70.7	69.9	69.0
200	75.3	71.2	68.1	67.3	66.8
225	75.3	71.2	68.1	67.3	66.8
250	74.8	70.7	67.7	66.7	65.9



Gambar 4.21 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 0°

Tabel 4.17 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 30°

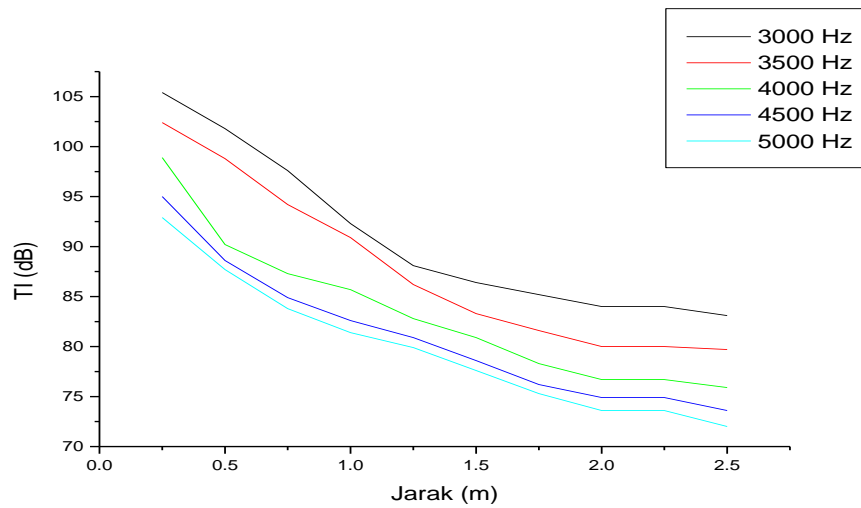
Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	100.1	93.1	89.0	88.1	87.7
50	94.0	88.5	84.5	83.2	82.2
75	88.3	83.4	80.1	79.3	77.7
100	83.1	79.6	76.6	76.2	76.1
125	82.2	78.2	76.3	75.2	75.1
150	81.5	77.7	75.2	74.1	74.1
175	80.5	76.9	74.7	73.5	73.6
200	78.8	76.7	73.2	70.9	70.6
225	78.8	76.7	73.2	70.9	70.6
250	77.9	74.7	71.6	70.2	69.9



Gambar 4.22 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 30°

Tabel 4.18 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 60°

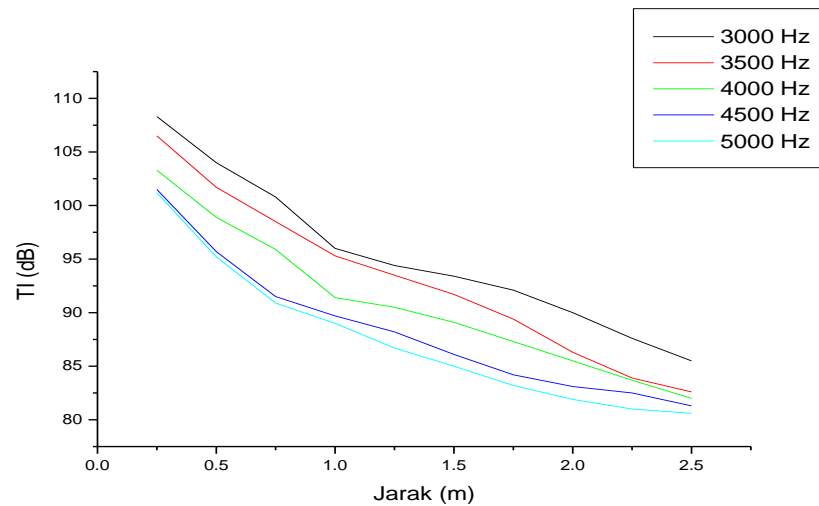
Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.4	102.4	98.9	95.0	92.9
50	101.8	98.8	90.2	88.6	87.7
75	97.6	94.2	87.3	84.9	83.8
100	92.3	90.9	85.7	82.6	81.4
125	88.1	86.2	82.8	80.9	79.9
150	86.4	83.3	80.9	78.6	77.6
175	85.2	81.6	78.3	76.2	75.3
200	84.0	80.0	76.7	74.9	73.6
225	84.0	80.0	76.7	74.9	73.6
250	83.1	79.7	75.9	73.6	72.0



Gambar 4.23 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 60°

Tabel 4.19 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 90°

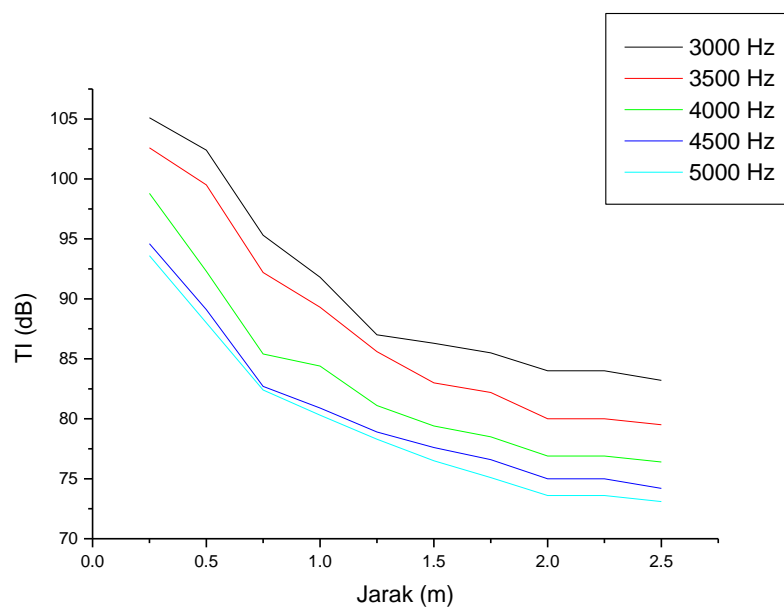
Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	108.3	106.5	103.3	101.5	101.2
50	104	101.7	98.9	95.7	95.2
75	100.8	98.5	95.9	91.5	90.9
100	96	95.3	91.4	89.7	89
125	94.4	93.5	90.5	88.2	86.7
150	93.4	91.7	89.1	86.1	85
175	92.1	89.4	87.3	84.2	83.2
200	90	86.3	85.5	83.1	81.9
225	87.6	83.9	83.7	82.5	81
250	85.5	82.6	82	81.3	80.6



Gambar 4.24 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 90°

Tabel 4.20 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 120°

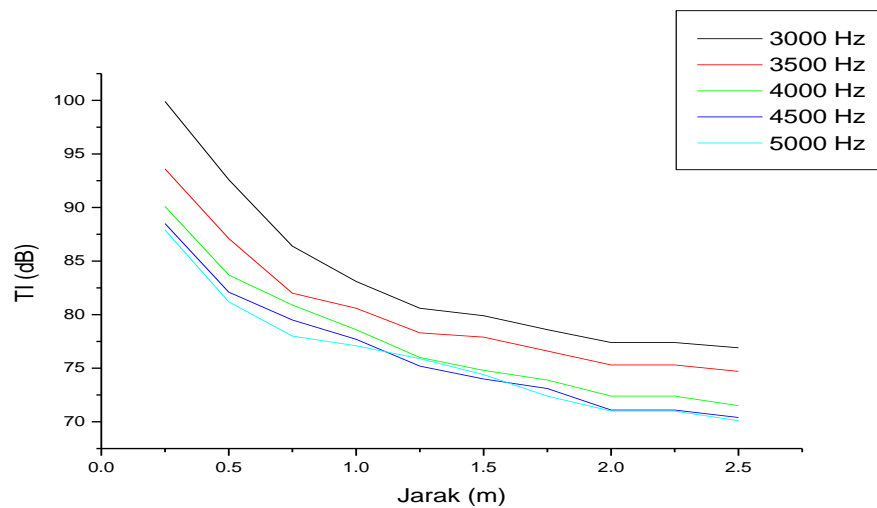
Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.1	102.6	98.8	94.6	93.6
50	102.4	99.5	92.3	89.1	88.0
75	95.3	92.2	85.4	82.7	82.4
100	91.8	89.3	84.4	80.9	80.3
125	87.0	85.6	81.1	78.9	78.3
150	86.3	83.0	79.4	77.6	76.5
175	85.5	82.2	78.5	76.6	75.1
200	84.0	80.0	76.9	75.0	73.6
225	84.0	80.0	76.9	75.0	73.6
250	83.2	79.5	76.4	74.2	73.1



Gambar 4.25 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 120°

Tabel 4.21 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 150°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	99.9	93.6	90.1	88.5	87.9
50	92.6	87.1	83.7	82.1	81.2
75	86.4	82.0	80.9	79.5	78.0
100	83.1	80.6	78.6	77.7	77.1
125	80.6	78.3	76.0	75.2	75.9
150	79.9	77.9	74.8	74.0	74.4
175	78.6	76.6	73.9	73.1	72.4
200	77.4	75.3	72.4	71.1	71.0
225	77.4	75.3	72.4	71.1	71.0
250	76.9	74.7	71.5	70.4	70.1

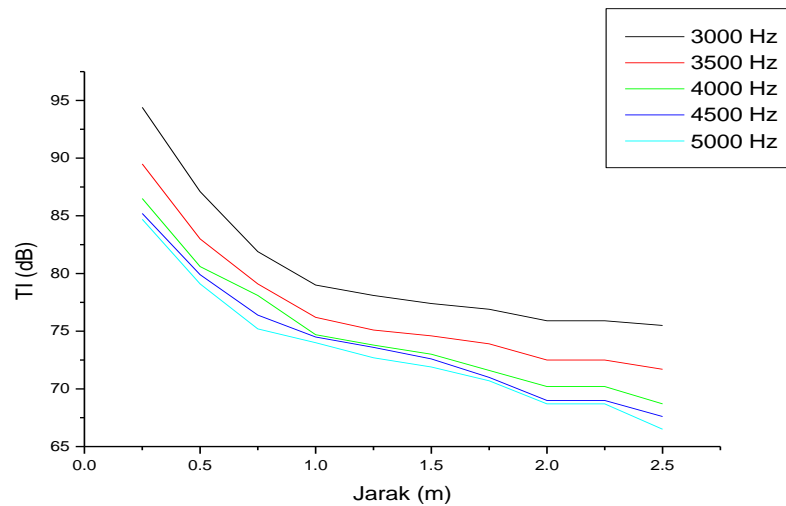


Gambar 4.26 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 150°

Tabel 4.22 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium pada Sudut 180°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	94.4	89.5	86.5	85.2	84.7
50	87.1	83.0	80.6	79.9	79.1
75	81.9	79.1	78.1	76.4	75.2
100	79.0	76.2	74.7	74.5	74.0
125	78.1	75.1	73.8	73.6	72.7
150	77.4	74.6	73.0	72.6	71.9
175	76.9	73.9	71.6	71.0	70.7
200	75.9	72.5	70.2	69.0	68.7
225	75.9	72.5	70.2	69.0	68.7
250	75.5	71.7	68.7	67.6	66.5





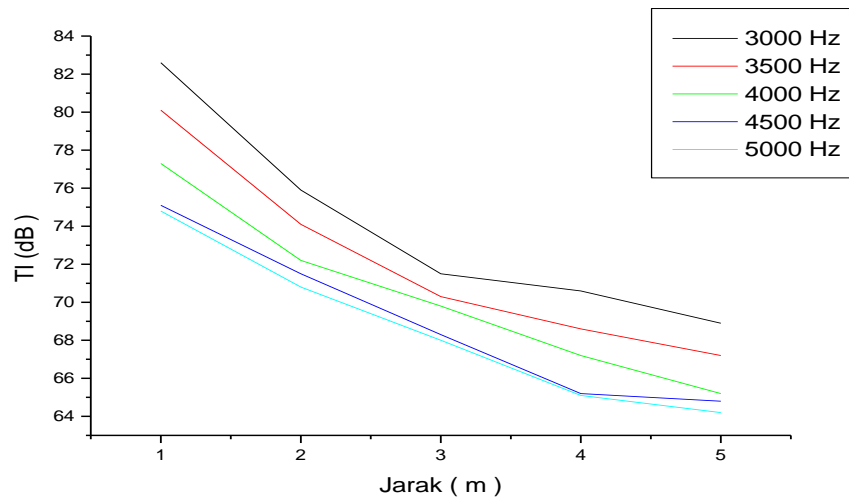
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 180°

Berdasarkan grafik pada gambar 4.19 sampai 4.25, pola yang ditunjukkan untuk setiap sudutnya memiliki pola yang sama. Pola yang terbentuk yaitu taraf intensitas bunyi berkurang dengan bertambahnya jarak dengan penurunan nilai taraf intensitas bunyi secara eksponensial.

Grafik data taraf intensitas bunyi untuk setiap *peak frekuensi* pada pengukuran di laboratorium digambarkan sebagai berikut.

Tabel 4.23 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 0°

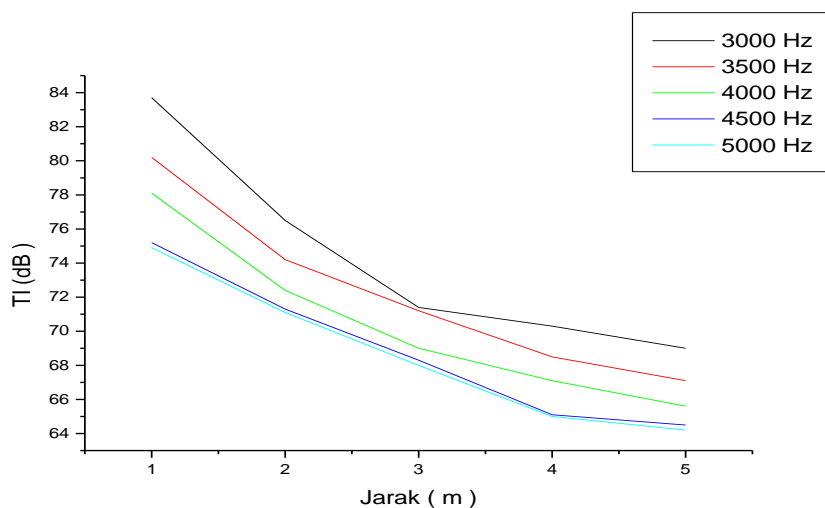
Jarak ( m )	Taraf Intensitas tiap <i>peak prequency</i>				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	82.6	80.1	77.3	75.1	74.8
2	75.9	74.1	72.2	71.5	70.8
3	71.5	70.3	69.8	68.3	68.0
4	70.6	68.6	67.2	65.2	65.1
5	68.9	67.2	65.2	64.8	64.2



Gambar 4.28 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 0°

Tabel 4.24 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 30°

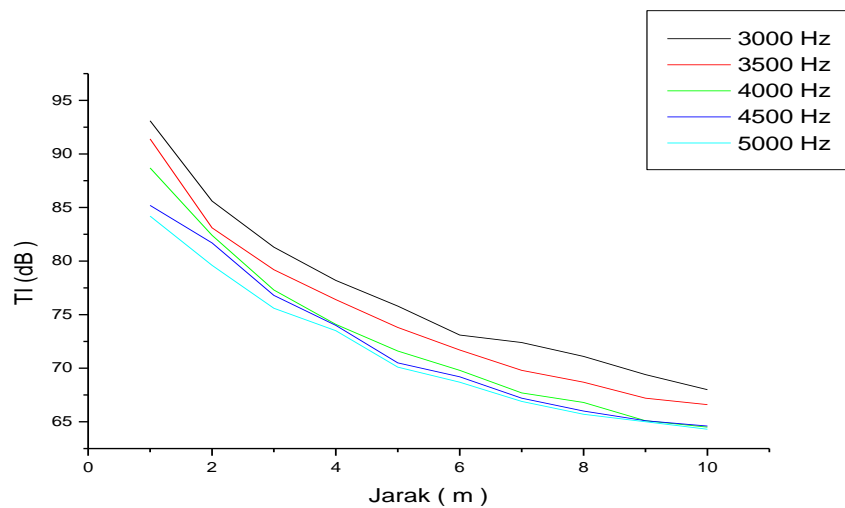
Jarak ( m )	Taraf Intensitas tiap <i>peak preqiency</i>				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	85.3	82.9	80	79.2	78.7
2	80.1	79.4	76.6	76	74.7
3	75.6	74.7	72.8	72.1	71.6
4	72.4	72	70.5	70	68.9
5	70.4	69.8	68.3	67.4	67.1



Gambar 4.29 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 30°

Tabel 4.25 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 60°

Jarak ( m )	Frekuensi				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	93.1	91.4	88.7	85.2	84.2
2	85.6	83.1	82.4	81.7	79.6
3	81.3	79.2	77.3	76.8	75.6
4	78.2	76.4	74.1	74	73.5
5	75.8	73.8	71.6	70.5	70.1
6	73.1	71.7	69.8	69.2	68.7
7	72.4	69.8	67.7	67.2	66.9
8	71.1	68.7	66.8	66	65.7
9	69.4	67.2	65.1	65.1	65
10	68	66.6	64.5	64.6	64.3

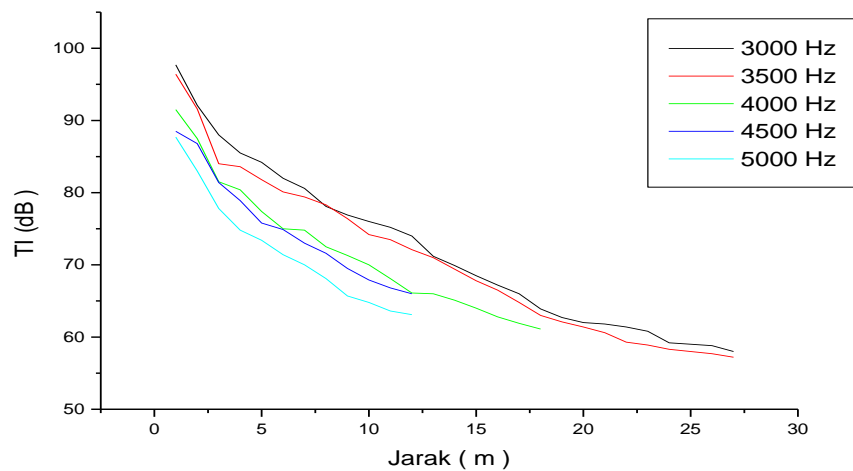


Gambar 4.30 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 60°

Tabel 4.26 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 90°

Jarak ( m )	Taraf Intensitas tiap <i>peak prequency</i>				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	97.7	96.4	91.5	88.5	87.7
2	92.1	91.6	87.5	86.8	83.0
3	88.0	84.0	81.5	81.4	77.8
4	85.5	83.6	80.4	78.9	74.8
5	84.2	81.8	77.4	75.8	73.4
6	82.0	80.1	75.0	74.9	71.4
7	80.6	79.4	74.8	73.0	70.0
8	78.1	78.3	72.5	71.6	68.1
9	76.9	76.4	71.3	69.5	65.7
10	76.0	74.2	70.0	67.9	64.8
11	75.2	73.5	68.1	66.8	63.6
12	74.0	72.1	66.1	66.0	63.1
13	71.2	71.0	66.0		
14	69.9	69.4	65.1		
15	68.5	67.8	64.0		
16	67.2	66.5	62.8		
17	66.0	64.8	61.9		

18	63.9	63.0	61.1		
19	62.7	62.1			
20	62.0	61.4			
21	61.8	60.6			
22	61.4	59.3			
23	60.8	58.9			
24	59.2	58.3			
25	59.0	58.0			
26	58.8	57.7			
27	58.0	57.2			

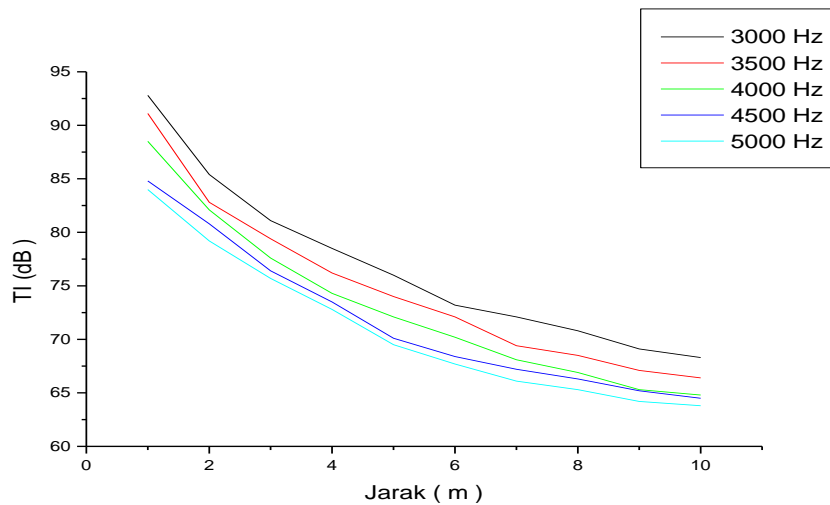


Gambar 4.31 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 90°

Tabel 4.27 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 120°

Jarak ( m )	Frekuensi				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	92.8	91.1	88.5	84.8	84
2	85.4	82.8	82.1	80.8	79.2
3	81.1	79.4	77.6	76.4	75.7
4	78.5	76.2	74.3	73.5	72.8
5	76	74	72.1	70.1	69.5

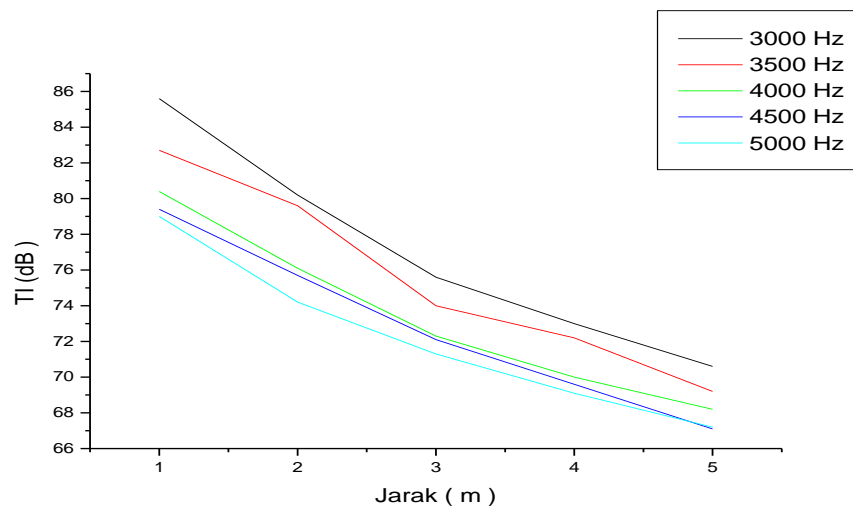
6	73.2	72.1	70.2	68.4	67.7
7	72.1	69.4	68.1	67.2	66.1
8	70.8	68.5	66.9	66.3	65.3
9	69.1	67.1	65.3	65.2	64.2
10	68.3	66.4	64.8	64.5	63.8



Gambar 4.32 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 120°

Tabel 4.28 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 150°

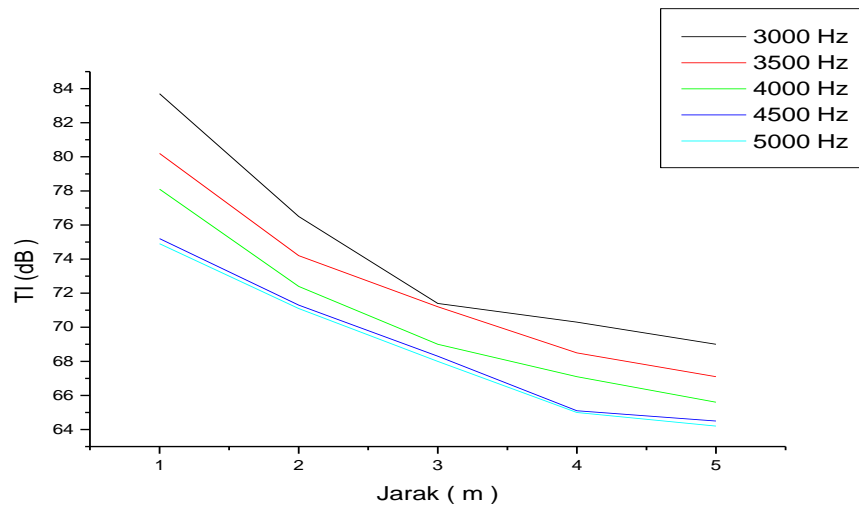
Jarak ( m )	Frekuensi				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	85.6	82.7	80.4	79.4	79
2	80.2	79.6	76.1	75.7	74.2
3	75.6	74	72.3	72.1	71.3
4	73	72.2	70	69.6	69.1
5	70.6	69.2	68.2	67.1	67.2



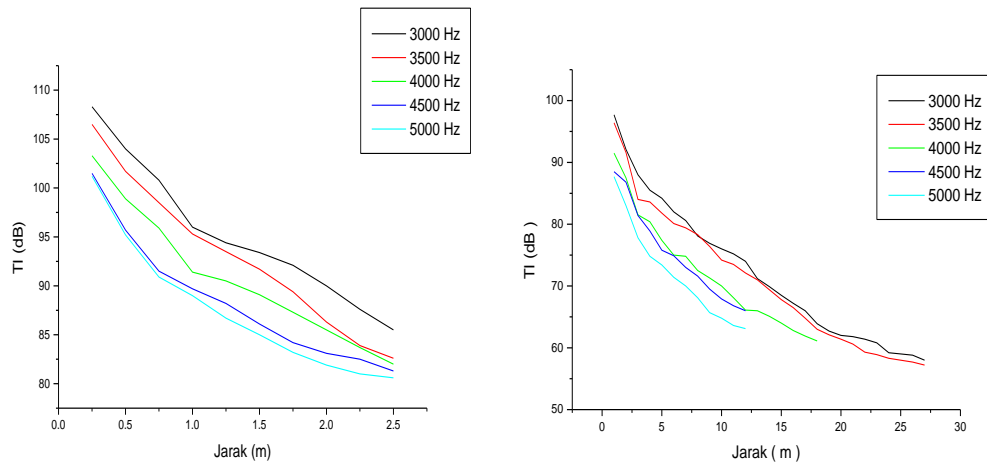
Gambar 4.33 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 150°

Tabel 4.29 Hasil Pengukuran Rata-rata Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan pada Sudut 180°

Jarak ( m )	Frekuensi				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	83.7	80.2	78.1	75.2	74.9
2	76.5	74.2	72.4	71.3	71.1
3	71.4	71.2	69.0	68.3	68.0
4	70.3	68.5	67.1	65.1	65.0
5	69.0	67.1	65.6	64.5	64.2



Gambar 4.34 Grafik Hubungan Taraf Intensitas bunyi vs Jarak di Lapangan pada sudut 180°



Gambar 4.35 Pengukuran Taraf Intensitas Bunyi di Laboratorium

Gambar 4.35 Pengukuran Taraf Intensitas Bunyi di Lapangan

Berdasarkan gambar 4.35 dan 4.36 di atas menunjukkan bahwa pola taraf intensitas bunyi pada sudut 90° antara pengukuran di laboratorium dan di lapangan memiliki pola yang sama yaitu mengalami penurunan nilai taraf intensitas yang



berkurang mengikuti pola eksponensial. Pola yang terbentuk juga ditunjukkan pada setiap sudut pemaparan baik pengukuran di laboratorium maupun di lapangan.

Grafik pada gambar 4.20 – 4.26 merupakan grafik hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak pemaparan di lapangan. Berdasarkan grafik di atas nilai dari taraf intensitas berkurang sebanding dengan pertambahan jarak. Artinya semakin jauh jarak sumber bunyi terhadap pendengar maka intensitas semakin berkurang. Nilai taraf intensitas untuk jarak yang sama dengan sudut berbeda memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan sumber bunyi yang digunakan merupakan instrumen ABH dengan menggunakan *horn speaker* yang berbentuk moncong seperti kerucut yang di balik. Bentuk moncong *speaker* ini mempengaruhi arah keluaran bunyi yang di paparkan. Seharusnya sumber bunyi memancarkan bunyi secara isotropis, yaitu dengan intensitas yang sama ke semua arah (Halliday dkk, 1988 :2010). Pada instrument ABH yang di rancang menggunakan speaker berbentuk moncong yang membuat bunyi keluaran yang dipaparkan dibatasi dan diarahkan ke area tertentu. Pembatasan ini membuat intensitas bunyi yang dihasilkan untuk setiap sudut dari instrument ABH ini berbeda-beda walau jaraknya sama.

Berdasarkan tabel 4.17 – 4.23, setiap *peak frequency* memiliki jangkauan berbeda-beda dengan intensitas berbeda-beda juga. Penurunan taraf intensitas terhadap pertambahan jarak karena adanya perubahan amplitudonya, sedangkan frekuensinya bernilai konstan. Penurunan amplitudo umumnya terjadi karena

penyebaran atau peredaman oleh medium. Perambatan bunyi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, suhu, kecepatan gerak, dan kelembaban udara serta dapat mempengaruhi perubahan arah rambatan bunyi tersebut. Perubahan arah rambat gelombang bunyi ini dapat mempengaruhi penerimaan kebisingan.

Penurunan nilai amplitudo mengakibatkan penurunan nilai energinya. Penurunan nilai energi mengakibatkan penurunan intensitas bunyi yang dihasilkan karena daya bunyinya berkurang.

$$E = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

$$I = \frac{P}{A}$$

Masing-masing *peak frequency* memiliki taraf intensitas berbeda untuk setiap jaraknya. Hal ini disebabkan karena setiap *peak frequency* memiliki panjang gelombang berbeda, semakin tinggi frekuensi maka semakin pendek panjang gelombangnya. Hal ini menyebabkan daya yang dibutuhkan untuk setiap jarak berbeda pada setiap *peak frequency*nya karena daya merupakan energi per satu periodik gelombang.

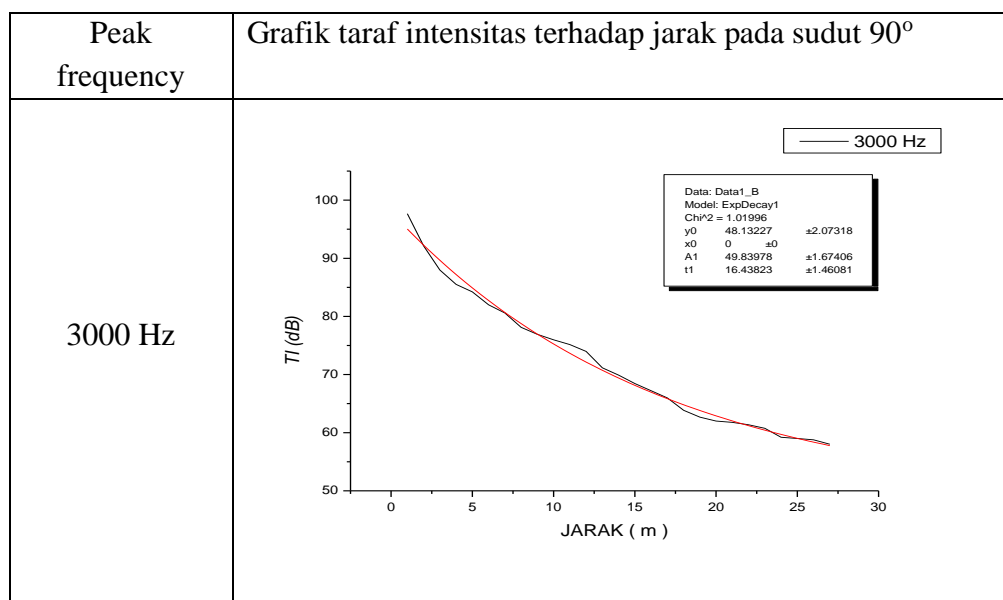
$$P = \frac{E}{T}$$

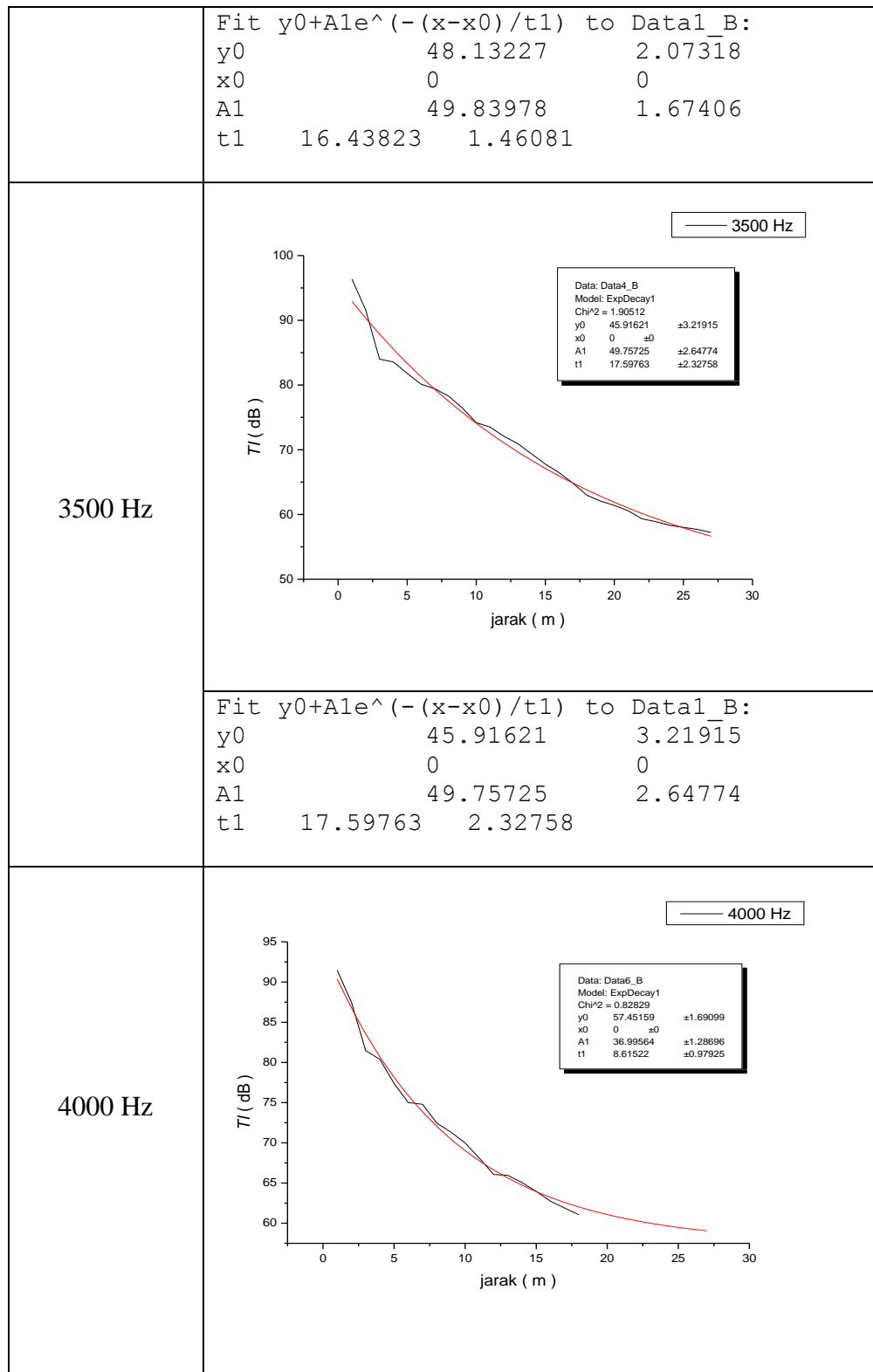
Jadi untuk daya yang sama maka bunyi dengan *peak frequency* rendah memiliki taraf intensitas yang lebih tinggi.

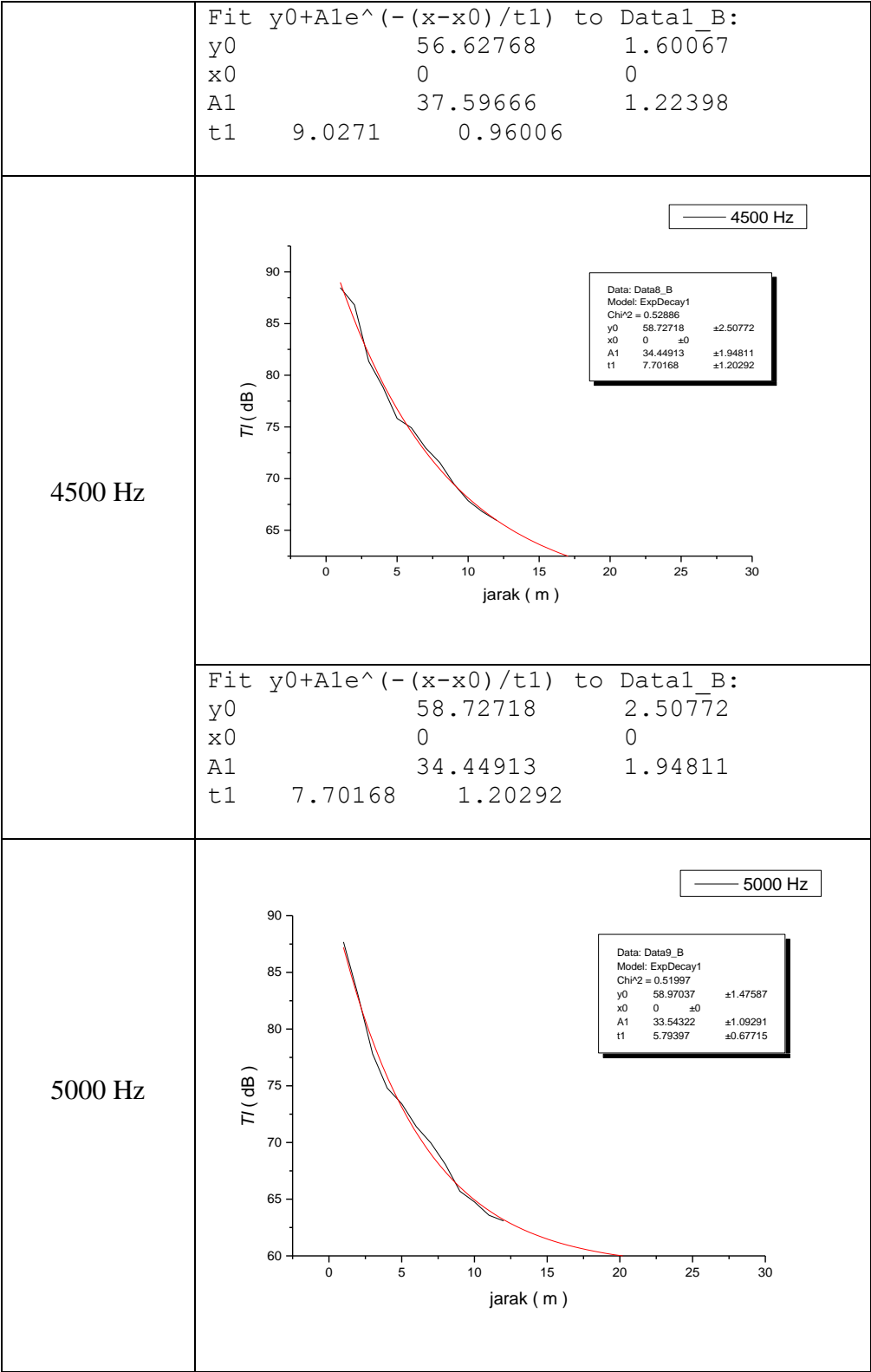
Berdasarkan tabel 4.16 – 4.22 dan grafik pada gambar 4.20 – 4.26 pola taraf intensitas bunyi yang dihasilkan oleh instrumen stimulator Audio Bio Harmonik membentuk pola grafik eksponensial. Perubahan nilai taraf intensitas bunyi terhadap jarak berkurang tidak linear melainkan berkurang secara eksponensial. Perubahan yang paling jelas di tampilkan pada grafik sudut  $90^\circ$ . jarak yang lebih panjang menjadikan pola yang terbentuk lebih jelas. Untuk menganalisis pola grafik eksponensial digunakan data dengan sudut  $90^\circ$  untuk mencari persamaan eksponensial yang terbentuk.

Setiap *peak frequency* pada sudut  $90^\circ$  memiliki nilai taraf intensitas yang berbeda untuk setiap jaraknya. Sehingga dilakukan fitting untuk setiap line dari masing- masing *peak frequency* nya. Fitting grafik untuk taraf intensitas bunyi terhadap jarak di tampilkan pada tabel 4.23.

Tabel 4.30 Fitting Eksponensial Grafik Taraf Intensitas vs jarak pada Sudut  $90^\circ$







	Fit	$y_0 + A_1 e^{-(x-x_0)/t_1}$	to	Data1_B:
	y0	58.97037		1.47587
	x0	0		0
	A1	33.54322		1.09291
	t1	5.79397		0.67715

Grafik pada tabel 4.32 menunjukkan hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak yang di *fitting* eksponensial. *Fitting* eksponensial dilakukan dikarenakan intensitas bunyi yang menyebar tidak linear. Intensitas bunyi dari suatu sumber titik *isotropis* menurun dengan kuadrat jarak (  $r$  ) dari sumber (Halliday dkk,2011:488). Persamaan yang terbentuk dari *fitting* eksponensial dari grafik di atas yaitu:

$$y = y_0 + A_1 e^{(-\frac{x-x_0}{t_1})}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa nilai dari  $x_0$  bernilai 0 maka persamaan dapat di tulis sebagai berikut.

$$y = y_0 + A_1 e^{(-\frac{x}{t_1})}$$

Melalui persamaan di atas dapat mengetahui nilai dari taraf intensitas pada beberapa jarak. Nilai  $x$  pada persamaan di atas sebagai variabel bebas yaitu jarak terhadap sumber bunyi yang akan di ukur nilai taraf intensitasnya (  $y$  ).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Profil distribusi *peak frequency* dari instrument stimulator Audio Bio Harmonic yang terbentuk menyerupai pola radiasi antena tipe *end fire*. Pola tersebut menunjukkan jangkauan terjauh paparan dari setiap *peak frequency* dan area yang efektif menerima paparan. Jangkauan terjauh yang terbentuk berada pada sudut  $90^\circ$  pada setiap *peak frequency*. *Peak frequency* 3000 Hz dan 3500 Hz memiliki jangkauan mencapai 27 m, *peak frequency* 4000 Hz memiliki jangkauan mencapai 18 m dan *peak frequency* 4500 Hz dan 5000 Hz memiliki jangkauan mencapai 12 m. Sedangkan area yang efektif menerima paparan dari sumber yaitu pada sudut antara  $60^\circ - 120^\circ$ .
2. Pola distribusi taraf intensitas bunyi yang dihasilkan dari instrument stimulator Audio Bio Harmonik terhadap jarak dan sudut pemaparan menunjukkan pola grafik eksponensial. Hasil di lapangan dan di laboratorium menunjukkan penurunan nilai taraf intensitas terhadap jarak pemaparan yaitu berkurang secara eksponensial. Persamaan yang terbentuk dari grafik yang di fitting eksponensial yaitu :  $y = y_0 + A_1 e^{\left(\frac{-x}{t_1}\right)}$

## **B. Saran**

Penelitian ini mungkin masih ada batasan sehingga terdapat kekurangan. Demi kesempurnaan instrument Audio Bio Harmonik yang di rancang serta pemanfaatan yang lebih maksimal dan efisien maka, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Diharapkan dilakukan pengembangan dari instrument stimulator Audio Bio Harmonik menjadi teknologi yang sudah kompatibel untuk digunakan di lapangan.
2. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya dirancang instrument Audio Bio Harmonik dengan *range* paparan yang lebih luas agar lebih efisien dalam pemaparan terhadap tanaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aby, Ganijanti. S. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Aip Saripudin, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Bambang, M.E.J dan Kuntoro T.P. 2013. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: ANDI.
- Giancoli, Douglas C.2001. *Fisika Jilid 1*.Jakarta : Erlangga.
- Halliday dkk. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.
- Kadarisman, N., Purwanto, A., dan Rosana, D. (2012) . *Peningkatan Laju Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kentang (Solanum Tuberosum L.) Melalui Spesifikasi Variabel Fisis Gelombang Akustik Keras Lemah Bunyi Pada Pemupukan Daun*. Prosiding. Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kadarisman. 2013. *Peningkatan produktivitas Getah Tanaman Karet Sebagai Bahan Baku Industri Strategis melalui Rancang Bangun Audio Bio System Sebagai Simulator Pertumbuhan Alamiah Berbasis Frekuensi Binatang Lokal*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kamajaya. 2007. *Cerdas Belajar Fisika*. Grafindo Media Pratama.
- Ningsih,S., Purwanto, A., dan Ratnawati (2007). Pengaruh Frekuensi Akustik Suara Serangga “Kinjengtangis” terhadap Lebar Bukaannya Stomata Daun dan Pertumbuhan Kacang Tanah. Yogyakarta :FMIPA UNY.
- Purwadaria, K. Hadi (2001), ‘*Sonic Bloom Resonance, a Friend in Silence*’, Suara Merdeka, June 15, 2002.
- Salisbury, F.B dan Ross. C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. Penerbit ITB Bandung.Bandung.
- Supendi,Restiana Aulia (2015). *Rancang Bangun Teknologi Tepat Guna Audio Bio Harmonik (ABH) dengan Smartchip WT5001*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Tim Penyusun PT. Interform 73. 1998. *Sonic Bloom Teknologi Pemupukan Bersama Gelombang Suara*. Bogor.

## LAMPIRAN

### 3. Lampiran 1. Tabel Hasil Penelitian

#### A. Pengukuran *Peak frequency*

##### a. Pengukuran di Lapangan

Tabel 5.1 Tabel hasil pengukuran *peak frequency*

Sudut 0°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3135.77	3644.49	3945.96	4492.36	5224.49
	3106.16	3649.88	4169.37	4656.56	5224.49
	3127.70	3504.53	3884.05	4540.81	5224.49
	3106.16	3528.75	3989.03	4540.81	5014.54
	3103.47	3652.57	3956.73	4643.10	5019.93
2	1908.38	1948.75	1262.38	1265.08	1267.77
	1908.38	1364.67	1266.67	1262.38	1262.38
	1962.21	3515.30	1283.93	1259.69	1275.89
	2888.14	1238.16	1281.83	4661.94	1230.88
	3001.19	1267.77	4002.48	4691.55	1267.77
3	1892.23	2061.80	1302.76	1257.00	1267.77
	1962.21	2061.80	1302.76	1257.00	1267.77
	1884.16	2061.80	1281.83	1259.69	1257.00
	1884.16	1257.00	1536.93	1257.00	1267.77
	1682.28	2053.73	1257.00	1289.30	1262.38
4	1989.13	2053.73	1259.69	1259.69	1267.77
	1983.75	2053.73	1281.23	1259.59	1396.97
	1981.05	2053.73	1257.00	1240.85	1254.31
	2013.35	2051.04	1257.00	1259.69	1251.62
	2013.35	1254.31	1289.30	1254.31	1222.01
5	1989.13	2059.11	1243.54	1257.00	1238.16
	1838.40	2061.80	1259.69	1259.69	1262.38
	2005.28	1948.75	1257.00	1257.00	1238.56
	1870.70	2061.80	1259.69	1257.00	1262.38
	1781.87	2061.80	1259.69	1259.69	1238.16

Sudut 30°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3114.24	3404.94	3929.81	4688.85	5299.96
	3135.77	3515.30	3940.58	4643.10	5272.94
	3028.11	3523.27	3935.19	4693.94	5259.10
	3127.70	3515.30	3932.50	4661.94	5264.87
	3135.30	3474.94	3932.50	4661.94	5165.28
2	3022.72	3523.37	2341.74	2802.01	5213.73
	3133.68	3515.30	2156.01	2968.89	5213.73
	3003.88	3523.37	2344.43	2958.12	5227.19
	3038.87	3515.30	2344.43	2960.82	5235.26
	3106.16	3649.88	2339.04	3020.03	5224.49
3	3098.09	3660.64	1257.00	1259.69	5224.49
	3135.77	3517.99	1257.00	1257.00	5229.88
	3208.45	3644.49	2636.42	1257.00	5227.19
	3138.46	3523.37	1262.38	1259.69	5224.49
	3221.91	3523.30	1259.69	1259.69	5221.80
4	2042.96	3515.20	1267.77	1265.08	5235.26
	1986.44	3536.83	1267.77	1259.69	5224.49
	1972.98	3523.37	1273.15	1259.69	5237.95
	1978.38	3507.22	1267.77	1262.38	5221.80
	1981.05	3523.37	1267.77	1262.38	5224.49
5	1986.44	2204.46	2166.78	1257.00	5259.89
	1784.56	3461.46	1763.03	1257.00	5235.26
	1833.01	2080.65	1232.78	1733.42	5211.04
	1983.73	2188.53	1885.71	1257.00	5224.49
	1981.05	2105.62	1763.03	1259.69	5224.49

Sudut 60°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )
-------------	------------------

	3000	3500	4000	4500	5000
1	3141.16	3666.03	4010.58	4451.99	5227.19
	3138.46	3666.03	4015.94	4516.59	5110.32
	3116.93	3636.42	3956.73	4516.59	5207.63
	3135.77	3649.88	4015.95	4451.99	5142.21
	3135.77	3628.34	4015.94	4419.69	5174.92
2	3178.84	3512.60	4024.02	4691.55	5003.78
	3130.39	3515.30	4024.02	4527.36	5142.21
	3135.77	3523.37	3956.73	4516.59	5154.21
	3238.06	3628.34	3956.73	4476.21	5129.16
	3011.96	3523.37	4010.56	4675.40	5174.92
3	3141.16	3628.34	4145.14	4691.55	5211.04
	3213.83	3628.34	4015.94	4661.94	5224.99
	3289.20	3628.34	4169.37	4664.63	5227.19
	3205.76	3636.42	4180.13	4672.71	5221.80
	3289.20	3544.90	4015.94	4688.85	5391.38
4	3135.77	3649.88	4015.94	4503.13	5213.73
	3289.20	3660.64	4029.40	4503.13	5213.73
	3135.77	3625.55	4029.40	4503.13	5213.73
	3216.52	3668.72	4040.17	4516.59	5202.96
	3017.34	3512.60	3978.26	4661.94	5019.93
5	3133.08	3628.34	4015.94	4500.44	5224.49
	3127.70	3649.88	3908.89	4511.21	5003.78
	3135.77	3625.65	4002.48	4643.10	5248.72
	3141.16	3628.34	4002.48	4451.99	5248.72
	3141.16	3525.65	3692.94	4543.51	5178.74
6	3138.46	3628.34	3935.19	4503.13	5211.04
	3135.77	3638.34	4128.99	4422.36	5202.96
	3003.88	3625.65	3639.64	4425.07	5211.04
	3135.77	3509.91	3959.42	4425.07	5211.04
	3127.70	3509.91	4015.94	4419.69	5227.19
7	3106.16	3649.88	3749.47	4451.99	
	3141.16	3657.95	4040.17	4516.59	
	3178.84	3655.26	4002.48	4503.13	
	3141.16	3649.88	4059.01	4511.21	
	3114.24	3649.88	4139.76	4713.08	

8	3135.77	3523.27	3972.88	4344.32	
	3141.16	3512.60	4169.37	4548.89	
	3135.77	3526.06	4161.29	4514.59	
	3135.77	3517.99	3932.50	4543.51	
	3141.16	3523.37	4169.37	4629.64	
9	3135.77	3517.99	4169.37	4438.53	
	3116.93	3628.34	3932.50	4675.40	
	3141.16	3644.49	3929.81	4527.36	
	3141.16	3628.34	4169.37	4527.36	
	3133.08	3644.49	4166.69	4438.53	
10	3125.01	3636.42	4015.94		
	3141.16	3628.34	4021.33		
	3141.16	3512.60	4021.33		
	3141.16	3523.37	3945.96		
	3119.62	3517.99	3932.50		

Sudut 90°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3189.81	3657.95	4177.44	4705.00	5213.73
	3095.35	3660.64	4002.06	4543.63	5224.49
	3092.62	3649.88	4128.99	4516.59	5211.04
	3100.57	3536.83	4188.21	4688.85	2221.80
	3181.02	3649.88	4166.67	4702.31	5227.19
2	3006.57	3504.53	4015.16	4705.00	5259.48
	3189.61	3606.21	4102.21	4696.05	5225.60
	3022.33	3581.25	4063.06	4705.00	5214.72
	3066.75	3503.88	4105.05	4656.66	5211.05
	3192.55	3543.96	4115.09	4711.11	5196.69
3	3022.72	3563.22	4115.09	4661.21	5216.15
	3192.55	3694.35	4069.80	4705.00	5105.21
	3066.25	3555.01	4102.21	4702.31	5200.00
	3095.25	3604.21	4188.21	4676.81	5215.05
	3192.55	3503.88	4111.50	4692.11	5099.06
4	3216.52	3515.21	4024.02	4622.05	5221.21

	3055.02	3563.27	4070.18	4705.00	5201.96
	3141.16	3694.35	4038.70	4711.11	5096.97
	3011.96	3555.01	4045.96	4705.05	5171.23
	3181.53	3606.21	4086.74	4697.23	5109.91
5	3181.53	3581.25	4005.18	4701.02	5100.17
	3176.15	3616.06	4002.48	4700.00	5115.43
	3141.16	3559.89	4097.18	4653.24	5110.21
	3066.75	3576.23	4105.05	4616.31	5296.01
	3096.96	3603.09	4102.21	4632.29	5220.00
6	3181.53	3652.57	4177.44	4511.21	5259.48
	3181.53	3631.04	4122.00	4691.55	5213.73
	3006.57	3509.91	4155.91	4713.08	5227.19
	3189.61	3515.30	4153.22	4664.63	5181.43
	3049.64	3660.64	4142.45	4513.90	5213.23
7	3116.93	3512.60	4161.29	4205.00	5208.34
	3001.19	3509.91	4169.37	4707.70	5211.04
	3079.25	3657.95	4180.13	4702.31	5227.19
	3003.88	3509.91	4182.82	4699.62	5235.26
	3127.70	3582.59	4122.44	4661.94	5211.04
8	3009.27	3636.42	4180.13	4527.36	5221.80
	3068.48	3649.88	4161.29	4688.85	5213.73
	2950.05	3657.95	4145.14	4661.94	5211.04
	3049.64	3660.64	4153.22	4678.09	5219.11
	3052.33	3641.80	4161.29	4672.71	5211.04
9	2993.12	3517.99	4169.37	4699.62	5208.34
	3001.19	3517.99	4015.94	4688.85	5213.73
	3001.19	3517.99	4015.94	4691.55	5224.49
	3003.88	3625.65	4145.14	4672.71	5227.19
	3052.33	3636.42	4142.45	4688.85	5213.73
10	3022.72	3534.14	4002.48	4505.82	5224.49
	3168.07	3534.14	4169.37	4503.13	5229.88
	2947.36	3515.30	4024.02	4505.82	5227.19
	3125.01	3523.37	4142.45	4524.66	5235.26
	3127.70	3657.95	4040.17	4556.56	5227.19
11	3141.16	3509.91	4015.94	4653.86	5235.26
	3143.85	3515.30	4169.37	4691.55	5221.80

	3127.70	3509.91	3994.41	4661.94	5221.80
	3009.27	3523.37	4145.14	4675.40	5224.49
	3141.16	3523.37	4153.22	4702.31	5227.19
12	3149.23	3636.42	3983.64	4734.61	5224.49
	3119.62	3639.11	4045.55	4503.13	5202.96
	3011.96	3504.53	3935.19	4702.31	5213.73
	3125.01	3636.42	4244.73	4702.31	5224.49
	3116.93	3579.90	3975.57	4688.85	5192.19
13	3001.19	3687.56	3970.19		
	3079.25	3660.64	4102.08		
	3133.08	3520.68	3738.70		
	3114.24	3660.64	3892.13		
	3176.15	3655.26	3959.42		
14	2963.51	3633.73	3935.19		
	3020.03	3515.30	3746.78		
	3138.46	3652.67	3932.50		
	2966.20	3647.94	3738.70		
	3108.86	3509.91	3991.72		
15	3001.19	3429.16	3738.70		
	2993.12	3483.00	3748.78		
	3009.27	3509.91	4002.48		
	3141.16	3649.88	3978.26		
	3138.46	3515.30	3929.81		
16	3130.39	3636.42	3684.87		
	3011.96	3628.34	3684.87		
	3135.77	3652.57	3956.33		
	3135.77	3472.23	4180.13		
	3135.77	3507.22	3695.64		
17	2974.27	3647.88	3950.73		
	2968.89	3636.42	3870.59		
	2971.58	3628.34	4005.18		
	2968.89	3649.88	3849.06		
	2968.89	3625.65	4169.37		
18	3030.80	3496.45	4180.13		
	3133.08	3493.76	4182.82		
	3138.46	3639.11	4182.82		

	3135.77	3639.11	4010.56		
	3135.77	3639.11	3916.35		
19	3135.77	3636.42			
	3135.77	3509.91			
	3127.70	3491.07			
	3092.71	3509.91			
	3133.08	3639.11			
20	3165.68	3655.26			
	3135.77	3657.95			
	3135.77	3660.64			
	3122.31	3657.95			
	3135.77	3660.64			
21	3138.46	3657.95			
	3138.46	3657.95			
	3139.23	3657.95			
	3141.16	3636.42			
	3116.93	3639.11			
22	3106.16	3523.37			
	3141.16	3523.37			
	3141.16	3520.68			
	2968.89	3523.37			
	3146.16	3520.68			
23	3127.70	3520.68			
	3125.70	3515.30			
	3127.70	3523.37			
	3017.34	3504.53			
	3017.34	3504.53			
24	3135.77	3657.95			
	3135.77	3491.07			
	3135.77	3628.34			
	3138.46	3625.65			
	3138.46	3625.65			
25	3138.46	3660.64			
	3138.46	3657.95			
	3135.77	3657.95			
	3138.46	2652.57			



	3135.77	3644.49			
26	3178.84	3652.57			
	3178.84	3649.88			
	3178.84	3649.88			
	3178.84	3652.57			
	3178.84	3657.95			
27	3006.57	3517.99			
	3001.19	3439.93			
	3001.19	3450.70			
	3052.33	3515.30			
	3001.19	3515.30			

Sudut 120°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3149.23	3636.42	3956.73	4678.09	5211.04
	3141.16	3660.64	3956.73	4503.13	5224.99
	3141.16	3666.03	4015.94	4516.59	5003.78
	3141.16	3666.03	4180.13	4516.59	5014.54
	3149.32	3666.03	4145.14	4691.55	5003.78
2	3141.16	3657.95	4188.21	4678.09	5181.43
	3141.16	3666.03	4177.44	4699.62	5028.00
	3135.77	3666.03	4188.21	4543.51	5011.85
	3135.77	3668.72	4188.21	4691.55	5049.54
	3141.16	3660.64	4180.13	4694.24	5049.54
3	3135.77	3666.03	4155.91	4691.55	5014.54
	3135.77	3652.57	4169.37	4532.74	5014.54
	3135.77	3515.30	4169.37	4661.94	5011.85
	3135.77	3523.37	4169.37	4669.62	5019.93
	3011.96	3636.42	4188.21	4691.55	5009.16
4	3084.63	3625.65	3962.94	4503.13	5019.93
	3178.84	3668.72	3929.81	4503.13	5224.49
	3130.80	3660.64	3943.27	4669.62	5019.93
	3022.72	3668.72	4010.56	4516.59	5213.73
	3135.77	3636.42	4015.94	4543.51	5227.19

5	3135.77	3657.95	4169.37	4543.51	5235.26
	3135.77	3657.95	4010.56	4451.99	5221.80
	3135.77	3649.88	4010.56	4691.55	5221.80
	3141.16	3660.64	4142.45	4451.99	5224.49
	3141.16	3660.64	4015.94	4516.59	5224.49
6	3141.16	3657.95	4024.02	4516.59	
	3133.08	3660.64	4010.56	4702.31	
	3052.33	3657.95	4177.44	4484.29	
	3106.16	3660.64	4142.45	4446.61	
	3135.77	3523.37	4024.02	4524.66	
7	3119.62	3523.37	4015.94	4527.36	
	3141.16	3520.68	4010.56	4516.59	
	3122.31	3520.68	3932.50	4521.97	
	3116.93	3523.37	3945.96	4469.22	
	3119.62	3657.95	4005.18	4505.87	
8	3130.39	3660.64	3929.81	4476.21	
	3133.08	3512.60	3940.58	4419.69	
	3135.77	3501.84	3935.19	4477.76	
	3133.08	3499.15	3932.50	4457.37	
	3133.08	3499.15	3932.50	4432.28	
9	3133.08	3628.34	3932.50		
	3133.08	3539.52	3935.19		
	3125.01	3539.52	4002.48		
	3135.77	3628.34	4010.56		
	3130.39	3625.65	4015.94		
10	3127.70				
	3135.30				
	3022.72				
	3133.68				
	3003.88				

Sudut 150°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3133.08	3512.60	3837.28	4620.03	5211.04

	3135.77	3509.91	3935.19	4661.94	5213.73
	3127.70	3523.37	4128.99	4691.55	5299.86
	3135.77	3512.60	3639.64	4571.58	5213.73
	3127.70	3660.64	3959.42	4568.82	5213.73
2	3135.77	3507.22	1273.15	1257.00	5202.96
	3141.16	3515.30	1227.39	1219.32	5019.93
	3014.65	3515.30	1257.00	1257.00	5224.49
	3011.96	3512.60	1257.00	1259.69	5211.04
	3001.19	3507.22	1254.31	1251.62	5211.04
3	3083.35	3515.30	1247.00	1259.69	5222.01
	1983.75	3523.37	1257.00	1905.69	5243.54
	1959.67	3523.37	1259.69	1257.00	5262.77
	2021.43	3512.60	2094.10	1259.69	5257.00
	1983.75	3523.37	1259.69	1259.69	5221.80
4	2013.35	2088.72	2344.43	1868.01	5235.26
	2040.27	2069.88	1281.23	1243.54	5224.49
	2029.50	2064.50	2344.43	1251.62	5262.77
	2075.26	2072.57	1251.62	1248.93	5211.04
	2042.96	2099.49	1248.93	1251.62	5213.73
5	2061.80	2083.34	1257.00	1259.69	5019.93
	2947.36	2188.31	2239.45	1259.59	5224.49
	2021.43	2064.50	2239.45	1248.93	5019.93
	2947.36	2185.62	1660.75	1248.93	5213.73
	2021.43	2188.31	2242.14	1257.00	5251.62

Sudut 180°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3108.86	3660.64	4037.48	4563.51	5211.04
	3011.96	3628.34	4010.56	4691.55	5049.54
	3133.08	3442.62	4010.56	4503.13	5019.93
	3127.70	3431.85	4005.18	4503.13	5019.93

	3011.96	3652.57	4155.91	4516.59	5049.54
2	1884.16	3442.62	1267.77	1240.85	1267.77
	1967.60	3450.70	1270.46	1259.69	1267.77
	1760.34	3439.93	1173.56	1240.85	1240.85
	1768.41	3439.93	1267.77	1257.00	1259.69
	1981.05	3437.24	1170.87	1240.85	1257.00
3	1978.36	2061.80	1257.00	1257.00	1257.00
	1989.13	2053.73	1254.71	1235.47	1235.47
	1757.65	1251.52	1257.00	1235.47	1262.38
	1972.98	2061.80	1235.47	1254.31	1275.89
	1970.29	2061.80	1254.31	1240.85	1230.88
4	1983.75	2054.42	1254.31	1254.31	1267.77
	1970.29	2059.11	1257.00	1254.31	1267.77
	2013.35	2059.11	1254.31	1240.85	1205.86
	1981.05	2048.35	1254.31	1257.00	1205.86
	1986.44	2061.80	1235.47	1240.85	1240.85
5	1994.36	2053.73	1254.31	1257.00	1254.31
	1975.67	2051.04	1257.00	1257.00	1240.85
	1975.67	2051.04	1257.00	1257.00	1254.31
	1978.36	2048.35	1181.63	1257.00	1254.31
	1972.98	2048.35	1181.63	1240.85	1240.85

Tabel rata-rata 5.1 *Peak frequency*

1.Sudut 90°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )
-------------	------------------

	3000	3500	4000	4500	5000
1	3131.87	3631.04	4132.67	4631.28	4619.65
2	3095.56	3547.97	4080.11	4694.76	5221.51
3	3113.86	3584.13	4117.36	4687.49	5167.09
4	3121.24	3586.81	4053.12	4688.09	5160.26
5	3132.51	3587.30	4062.42	4660.57	5168.36
6	3121.78	3593.89	4150.20	4618.87	5219.01
7	3065.79	3554.59	4163.21	4595.31	5218.57
8	3025.95	3649.34	4160.21	4645.79	5215.34
9	3010.34	3563.21	4097.77	4688.32	5217.50
10	3078.17	3552.98	4075.70	4519.20	5228.80
11	3112.63	3516.37	4095.62	4677.01	5226.11
12	3104.55	3599.28	4036.94	4666.24	5211.57
13	3100.78	3636.96	3932.50		
14	3039.41	3591.91	3868.98		
15	3056.64	3517.45	3879.61		
16	3109.93	3579.36	3840.37		
17	2970.50	3637.63	3968.99		
18	3114.78	3581.51	4094.54		
19	3125.01	3557.28			
20	3139.06	3658.49			
21	3134.85	3649.88			
22	3100.71	3522.29			
23	3083.16	3513.68			
24	3136.85	3605.73			
25	3137.38	3454.72			
26	3178.84	3652.57			
27	3012.49	3487.84			

Sudut 60°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3133.62	3649.34	4003.03	4471.37	5172.45
2	3139.00	3540.60	3994.41	4577.42	5120.86
3	3227.83	3613.27	4105.30	4675.94	5255.28
4	3158.92	3623.48	4018.63	4537.58	5172.82
5	3135.77	3611.57	3924.55	4530.05	5180.89
6	3108.32	3582.43	3935.84	4439.06	5212.65
7	3136.31	3652.57	3998.18	4539.20	
8	3137.93	3520.66	4081.08	4516.19	
9	3133.62	3612.73	4073.55	4521.44	
10	3133.62	3563.74	3987.41		

Sudut 120°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3144.41	3659.03	4050.93	4581.19	5091.63
2	3139.00	3663.87	4184.44	4661.40	5064.07
3	3111.01	3598.74	4170.45	4649.48	5014.00
4	3110.55	3652.03	3972.50	4547.20	5141.05
5	3137.93	3657.41	4069.78	4531.13	5225.57
6	3113.70	3632.11	4075.70	4534.89	
7	3123.93	3549.21	3982.03	4508.20	
8	3133.08	3534.68	3934.12	4452.66	
9	3131.47	3592.27	3979.33		
10	3084.66				

Sudut 30°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3108.22	3486.75	3934.12	4669.95	5252.43
2	3061.06	3545.44	2305.13	2941.97	5222.88
3	3160.54	3573.96	1534.50	1258.61	5225.57
4	1992.36	3521.20	1268.85	1261.84	5228.80
5	1913.76	2408.14	1762.27	1352.82	5231.03

Sudut 150°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3132.00	3543.82	3900.10	4622.78	5230.42
2	3060.95	3511.53	1253.77	1248.93	5173.89
3	2206.39	3519.60	1423.50	1388.35	5241.42
4	2040.27	2079.03	1694.13	1372.74	5229.46
5	2399.88	2142.02	1927.76	1254.83	5145.94

Sudut 0°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
1	3115.85	3596.04	3989.03	4574.73	5141.59
2	2333.66	1866.93	1819.46	2628.13	1260.94
3	1861.01	1899.23	1336.26	1264.00	1264.54
4	1996.13	1893.31	1268.84	1254.83	1278.54
5	1897.08	2038.65	1255.92	1258.08	1247.93

Sudut 180°

Jarak ( m )	Frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000

1	3078.71	3563.20	4043.94	4555.58	5070.00
2	1872.31	3442.08	1230.09	1247.85	1258.62
3	1933.68	1898.13	1251.70	1244.62	1252.32
4	1986.98	2056.56	1251.08	1249.46	1237.62
5	1979.41	2050.50	1226.31	1253.77	1248.93

b. Pengukuran di Laboratorium

Tabel 5.2 Tabel hasil pengukuran peak frequency

Sudut 0°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2950.05	2059.11	1267.77	1415.81	5019.93
	2947.36	2056.42	1771.11	1410.42	5019.93
	2933.90	2053.73	1283.92	1413.12	5003.78
	2947.36	2056.42	1308.14	1728.04	5006.47
	2947.36	2064.50	1372.74	1736.11	5019.93
50	3001.19	2312.13	2382.11	4691.55	5211.04
	3022.72	2325.59	2384.80	4511.21	5192.19
	3001.19	2320.20	2425.28	4516.59	5181.43
	2966.50	2320.20	2357.89	4705.00	5178.74
	3103.47	2312.13	2357.89	4691.55	5213.73
75	3135.77	3536.83	3886.74	4462.76	5019.93
	3011.96	3442.62	3956.73	4643.10	4963.40
	3009.27	3464.15	3959.42	4672.71	5159.89
	3133.08	3461.46	3967.49	4672.71	5159.89
	3011.96	3461.46	3937.88	4675.40	5181.43
100	3135.77	3512.60	4010.56	4675.40	5049.54
	3133.80	3523.37	4142.45	4672.71	5181.43
	3135.77	3523.37	4155.91	4661.94	5159.89
	3125.01	3515.30	4169.37	4672.71	5178.74
	3114.24	3523.37	4155.91	4661.94	5211.04
125	2950.05	3652.57	3956.73	4661.94	5227.19
	3141.16	3628.34	3940.58	4651.17	5227.19
	3011.96	3523.37	3954.03	4664.63	5235.26
	3011.96	3628.34	4102.08	4645.79	5248.72
	3003.88	3636.42	3956.73	4661.94	5194.89



150	3003.88	3493.76	3956.73	4524.66	5227.19
	3001.19	3509.91	3940.58	4705.00	5224.49
	2958.12	3515.30	4145.14	4626.95	5235.36
	3028.11	3512.60	4010.56	4543.51	5235.26
	3001.19	3515.30	3956.73	4750.76	5237.95
175	2950.05	3464.15	4177.44	4691.55	5262.18
	2950.05	3472.23	4182.82	4705.00	5019.93
	2958.12	3628.34	4188.21	4705.00	5019.93
	2947.36	3469.54	4169.37	4675.40	5262.18
	2947.36	3466.85	4180.13	4532.74	5014.54
200	1868.01	3456.08	4010.56	1257.00	4974.17
	1763.03	3442.62	4180.13	1265.08	5030.69
	1981.05	3437.24	4015.94	1254.31	5049.54
	1972.98	3464.15	4002.48	1265.08	4974.17
	1835.71	3466.85	4015.94	1259.69	4971.48
225	1997.20	3410.32	2231.38	1773.80	5194.89
	1943.37	3413.01	2511.31	1736.11	5186.81
	1943.37	3442.62	2225.99	1929.91	5192.19
	2048.35	3413.01	2225.99	1929.91	5213.73
	1768.41	3410.32	2236.76	1257.00	5202.96
250	1811.48	3442.62	1725.35	1733.42	5003.78
	1986.44	3442.62	1808.79	1728.04	5003.78
	1981.05	3426.47	1816.86	1728.04	5003.78
	1811.48	3439.93	1811.48	1733.42	5030.69
	1978.36	3439.93	1816.86	1722.66	5003.78

Sudut 30°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2968.89	3515.3	2357.89	2818.16	5011.85
	2979.66	3453.39	2357.89	2723.95	5192.19
	3006.57	3509.91	2357.89	2968.89	5213.73
	3006.57	3515.3	2352.5	2968.89	5227.19
	2947.36	3504.53	2344.43	2818.16	5202.96
50	2950.05	3491.07	2419.79	2826.23	5248.72

	3135.77	3501.84	2403.64	2968.89	5194.89
	3122.31	3493.76	2425.18	2723.95	5224.49
	3135.77	3523.37	2489.78	2968.89	5248.72
	3011.96	3520.68	2473.63	2723.95	5219.11
75	3009.27	3439.93	2355.19	2648.58	5254.10
	2955.43	3528.75	2352.50	2503.23	5159.89
	3227.29	3413.01	2355.19	2627.05	5001.09
	3106.16	3515.30	2336.35	2651.28	5224.49
	3135.77	3450.70	2384.80	2627.05	5202.96
100	3133.08	3504.53	3937.88	4503.13	5178.74
	2979.66	3628.34	3991.72	4503.13	5165.28
	3125.01	3509.91	3999.79	4527.36	5192.19
	3114.24	3660.64	3886.74	4527.36	5251.41
	3001.19	3636.42	3956.73	4661.94	5227.19
125	3106.16	3509.91	3959.42	4626.95	5227.19
	3135.77	3512.60	4180.13	4543.51	5224.49
	3127.70	3534.14	4007.87	4465.45	5159.89
	3106.16	3507.22	3945.96	4503.13	5289.09
	3006.57	3523.37	3991.72	4527.36	5221.80
150	3001.19	3649.88	4153.22	4661.94	5019.93
	3025.42	3504.53	4180.13	4527.36	5213.73
	3001.19	3614.89	4015.94	4672.71	5192.19
	3017.34	3628.34	4169.37	4661.94	4947.25
	3001.19	3509.91	3940.58	4705.00	5224.49
175	2958.12	3515.30	4145.14	4626.95	5235.36
	3028.11	3512.60	4010.56	4543.51	5235.26
	2950.05	3472.23	4182.82	4705.00	5019.93
	2958.12	3628.34	4188.21	4705.00	5019.93
	3017.34	3625.65	4169.37	4675.40	5211.04
200	3127.70	3649.88	4153.22	4672.71	5019.93
	3135.77	3625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3006.57	3628.34	4158.60	4705.00	5227.19
	3011.96	3636.42	4153.22	4661.94	5213.73
	3011.96	3657.95	4177.44	4702.31	5211.04
225	3009.27	3515.3	1725.35	1372.74	5192.19
	3006.57	3509.91	1808.79	1254.31	5224.49

	3189.61	3507.22	1816.86	1257.00	5211.04
	3135.77	3418.4	1728.04	1257.00	5192.19
	2950.05	3512.6	1733.42	1283.40	5213.73
250	1763.03	3439.93	2355.19	1243.54	5011.85
	1765.72	3466.85	2156.01	1291.99	5227.19
	1884.16	3450.7	2344.43	1254.31	5224.49
	1765.72	3439.93	2349.81	1257	5235.36
	1736.11	3443.31	2344.43	1289.3	5151.82

Sudut 60°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3135.77	3550.29	4037.48	4503.13	5221.04
	3141.16	3628.34	4015.94	4465.45	5049.54
	3127.70	3523.37	3970.18	4503.13	5229.88
	3141.16	3517.99	3940.27	4465.45	5224.49
	3127.70	3517.99	4015.94	4503.13	5227.19
50	3003.88	3625.65	3999.79	4527.36	5159.89
	3133.08	3666.03	4010.56	4527.36	5157.20
	3133.08	3625.65	4010.56	4661.94	5227.19
	3127.70	3649.88	4180.13	4661.94	5211.04
	3133.08	3628.34	4007.87	4524.66	5211.04
75	3114.24	3515.30	3945.96	4688.85	5267.56
	3135.77	3515.30	3932.50	4734.61	5235.26
	3141.16	3507.22	4002.48	4535.43	5211.04
	3127.70	3509.91	3929.81	4624.26	5221.80
	3087.32	3660.64	4025.94	4503.13	5200.27
100	3130.39	3636.42	4010.56	4691.55	4909.57
	3135.77	3649.88	4025.94	4688.85	5003.78
	3133.08	3657.95	4015.94	4678.09	5211.04
	3133.08	3657.95	4010.56	4691.55	5211.04
	3127.70	3666.03	4010.56	4691.55	5159.89
125	3133.08	3625.65	3970.18	4661.94	5267.56
	3133.08	3625.65	3967.49	4713.08	5224.49
	3127.70	3649.88	4010.56	4702.31	5227.19

	3127.70	3649.88	4010.56	4688.85	5211.04
	3133.08	3628.34	4180.13	4691.55	5227.19
150	3014.65	3636.42	4015.94	4675.40	5213.73
	3020.03	3628.34	4180.13	4675.40	5181.43
	3003.88	3625.65	4015.94	4672.71	5197.58
	3011.19	3628.34	4169.37	4672.71	5181.43
	3017.34	3625.65	4169.37	4675.40	5211.04
175	3127.70	3649.88	4153.22	4672.71	5019.93
	3135.77	3625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3133.08	3636.42	4142.45	4527.36	5019.93
	3135.77	3625.65	4135.22	4527.36	5159.89
	3017.34	3649.88	4169.37	4661.94	5019.93
200	3135.77	5625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3133.08	3625.65	4145.14	4524.66	5014.54
	3138.46	3628.34	4015.94	4527.36	5159.89
	3098.09	3649.88	4142.45	4532.74	5019.93
	3001.19	3649.88	4153.22	4661.94	5019.93
225	3025.42	3504.53	4180.13	4527.36	5213.73
	3001.19	3614.89	4015.94	4672.71	5192.19
	3017.34	3628.34	4169.37	4661.94	4947.25
	3003.88	3636.42	4142.45	4675.40	5213.73
	3135.77	3628.34	4142.45	4672.71	5211.04
250	3025.42	3504.53	4169.37	4675.40	5227.19
	3003.88	3614.89	4169.37	4675.40	4947.25
	3001.19	3504.53	4153.22	4672.71	5211.04
	3017.34	3439.93	4155.91	4675.40	4947.25
	3011.19	3515.30	4010.56	4672.71	5224.49

Sudut 90°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3135.77	3552.98	4180.13	4713.08	5227.19
	3127.70	3652.57	4193.59	4699.62	5227.19
	3141.16	3652.57	4193.59	4713.08	5224.49
	3141.16	3652.57	4182.82	4694.24	5229.88

	3127.70	3550.29	4015.94	4694.24	5227.19
50	3135.77	3649.88	4158.60	4705.00	5211.04
	3125.01	3550.29	4010.56	4705.00	5235.26
	3133.08	3652.57	4153.22	4713.08	5213.73
	3125.01	3649.88	4015.94	4691.55	5213.73
	3135.77	3636.42	4010.56	4680.78	5227.19
75	3006.57	3628.34	4158.60	4705.00	5227.19
	3011.96	3636.42	4153.22	4661.94	5213.73
	3011.96	3657.95	4177.44	4702.31	5211.04
	3006.57	3625.65	4177.44	4688.85	5213.73
	3011.96	3649.88	4174.75	4691.55	5211.04
100	3127.70	3523.37	4002.48	4705.00	5181.43
	3133.08	3628.34	4002.48	4713.08	5211.04
	3135.77	3512.60	3970.18	4661.94	5235.26
	3125.01	3636.42	4002.48	4683.47	5173.35
	3114.24	3636.42	3954.03	4688.85	5235.26
125	3041.56	3660.64	4010.56	4699.62	5235.26
	3011.96	3657.95	4177.44	4688.85	5227.19
	3127.70	3649.88	4153.22	4699.62	5235.26
	3114.24	3628.34	4015.94	4691.55	5227.19
	3011.96	3636.42	4145.14	4713.08	5192.19
150	3003.88	3453.39	3980.95	4713.08	5229.88
	3135.77	3504.53	4002.48	4705.00	5211.04
	3006.57	3625.65	4177.44	4661.94	5227.19
	3011.96	3628.34	4180.13	4702.31	5213.73
	3017.34	3660.64	4177.44	4705.00	5202.96
175	3063.10	3536.83	4180.13	4661.94	5235.26
	3133.08	3652.57	4037.48	4691.55	5235.26
	3133.08	3660.64	4015.94	4702.31	5227.19
	3108.86	3625.65	4015.94	4678.09	5277.19
	3127.70	3649.88	4010.56	4680.78	5213.73
200	3125.01	3625.55	4010.56	4661.94	5227.19
	3133.08	3660.64	4024.02	4726.54	5224.49
	3135.77	3625.65	4180.13	4713.08	5224.49
	3114.24	3628.34	4010.56	4678.09	5224.49
	3106.16	3636.42	4010.56	4705.00	5211.04

225	3181.53	3649.88	4013.25	4702.31	5227.19
	3135.77	3657.95	4025.94	4659.25	5213.73
	3125.01	3636.42	4015.94	4705.00	5213.73
	3122.31	3649.88	4010.56	4691.55	5211.04
	3114.24	3636.42	4180.13	4705.00	5194.89
250	3092.71	3657.95	4180.13	4691.55	5211.04
	3135.77	3625.65	4185.52	4705.00	5192.19
	3006.57	3515.30	4169.37	4661.94	5227.19
	3127.70	3625.55	4180.13	4691.55	5227.19
	3125.01	3628.34	4180.13	4702.31	5235.26

Sudut 120°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3135.77	3550.29	4037.48	4503.13	5221.04
	3141.16	3628.34	4015.94	4465.45	5049.54
	3127.70	3523.37	3970.18	4503.13	5229.88
	3114.24	3515.30	3945.96	4688.85	5267.56
	3135.77	3515.30	3932.50	4734.61	5235.26
50	3141.16	3507.22	4002.48	4535.43	5211.04
	3127.70	3509.91	3929.81	4624.26	5221.80
	3133.08	3625.65	4010.56	4661.94	5227.19
	3127.70	3649.88	4180.13	4661.94	5211.04
	3133.08	3628.34	4007.87	4524.66	5211.04
75	3141.16	3517.99	3940.27	4465.45	5224.49
	3127.70	3517.99	4015.94	4503.13	5227.19
	3003.88	3625.65	3999.79	4527.36	5159.89
	3133.08	3666.03	4010.56	4527.36	5157.20
	3087.32	3660.64	4025.94	4503.13	5200.27
100	3130.39	3636.42	4010.56	4691.55	4909.57
	3135.77	3649.88	4025.94	4688.85	5003.78
	3127.70	3649.88	4010.56	4702.31	5227.19
	3127.70	3649.88	4010.56	4688.85	5211.04
	3127.70	3666.03	4010.56	4691.55	5159.89
125	3133.08	3625.65	3970.18	4661.94	5267.56

	3133.08	3625.65	3967.49	4713.08	5224.49
	3133.08	3657.95	4015.94	4678.09	5211.04
	3133.08	3657.95	4010.56	4691.55	5211.04
	3133.08	3628.34	4180.13	4691.55	5227.19
150	3014.65	3636.42	4015.94	4675.40	5213.73
	3020.03	3628.34	4180.13	4675.40	5181.43
	3003.88	3625.65	4015.94	4672.71	5197.58
	3001.19	3649.88	4153.22	4661.94	5019.93
	3025.42	3504.53	4180.13	4527.36	5213.73
175	3001.19	3614.89	4015.94	4672.71	5192.19
	3017.34	3628.34	4169.37	4661.94	4947.25
	3133.08	3636.42	4142.45	4527.36	5019.93
	3098.09	3649.88	4142.45	4532.74	5019.93
	3011.19	3628.34	4169.37	4672.71	5181.43
200	3017.34	3625.65	4169.37	4675.40	5211.04
	3127.70	3649.88	4153.22	4672.71	5019.93
	3135.77	3625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3135.77	3625.65	4135.22	4527.36	5159.89
	3017.34	3649.88	4169.37	4661.94	5019.93
225	3135.77	5625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3133.08	3625.65	4145.14	4524.66	5014.54
	3138.46	3628.34	4015.94	4527.36	5159.89
	3003.88	3636.42	4142.45	4675.40	5213.73
	3001.19	3504.53	4153.22	4672.71	5211.04
250	3017.34	3439.93	4155.91	4675.40	4947.25
	3011.19	3515.30	4010.56	4672.71	5224.49
	3135.77	3628.34	4142.45	4672.71	5211.04
	3025.42	3504.53	4169.37	4675.40	5227.19
	3003.88	3614.89	4169.37	4675.40	4947.25

Sudut 150°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2968.89	3515.3	2357.89	2818.16	5011.85
	2979.66	3453.39	2357.89	2723.95	5192.19

	3006.57	3509.91	2357.89	2968.89	5213.73
	3106.16	3515.30	2336.35	2651.28	5224.49
	3135.77	3450.70	2384.80	2627.05	5202.96
50	3133.08	3504.53	2419.79	2826.23	5178.74
	2979.66	3628.34	2403.64	2968.89	5165.28
	3122.31	3493.76	2425.18	2723.95	5224.49
	3135.77	3523.37	2489.78	2968.89	5248.72
	3011.96	3520.68	2473.63	2723.95	5219.11
75	3009.27	3439.93	2355.19	2648.58	5254.10
	2955.43	3528.75	2352.50	2503.23	5159.89
	3227.29	3413.01	2355.19	2627.05	5001.09
	3006.57	3515.3	2352.5	2968.89	5227.19
	2947.36	3504.53	2344.43	2818.16	5202.96
100	2950.05	3491.07	3937.88	4503.13	5248.72
	3135.77	3501.84	3991.72	4503.13	5194.89
	3125.01	3509.91	3999.79	4527.36	5192.19
	3114.24	3660.64	3886.74	4527.36	5251.41
	3001.19	3636.42	3956.73	4661.94	5227.19
125	3106.16	3509.91	3959.42	4626.95	5227.19
	3135.77	3512.60	4180.13	4543.51	5224.49
	3127.70	3534.14	4007.87	4465.45	5159.89
	3017.34	3625.65	4169.37	4675.40	5211.04
	3127.70	3649.88	4153.22	4672.71	5019.93
150	3135.77	3625.65	4155.91	4661.94	5011.85
	3006.57	3628.34	4158.60	4705.00	5227.19
	3001.19	3614.89	4015.94	4672.71	5192.19
	3017.34	3628.34	4169.37	4661.94	4947.25
	3001.19	3509.91	3940.58	4705.00	5224.49
175	2958.12	3515.30	4145.14	4626.95	5235.36
	3028.11	3512.60	4010.56	4543.51	5235.26
	2950.05	3472.23	4182.82	4705.00	5019.93
	2958.12	3628.34	4188.21	4705.00	5019.93
	3106.16	3507.22	3945.96	4503.13	5289.09
200	3006.57	3523.37	3991.72	4527.36	5221.80
	3001.19	3649.88	4153.22	4661.94	5019.93
	3025.42	3504.53	4180.13	4527.36	5213.73



	3011.96	3636.42	4153.22	4661.94	5213.73
	3011.96	3657.95	4177.44	4702.31	5211.04
225	3009.27	3515.3	1725.35	1372.74	5192.19
	3006.57	3509.91	1808.79	1254.31	5224.49
	3189.61	3507.22	1816.86	1257.00	5211.04
	3135.77	3418.4	1728.04	1257.00	5192.19
	2950.05	3512.6	1733.42	1283.40	5213.73
250	1763.03	3439.93	2355.19	1243.54	5011.85
	1765.72	3466.85	2156.01	1291.99	5227.19
	1884.16	3450.7	2344.43	1254.31	5224.49
	1765.72	3439.93	2349.81	1257	5235.36
	1736.11	3443.31	2344.43	1289.3	5151.82

Sudut 180°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3011.96	2056.42	1308.14	1410.42	5036.08
	3135.77	2064.50	1372.74	1413.12	4976.86
	3141.16	2045.65	1254.31	1442.72	5305.24
	2958.12	2056.42	1257.00	1405.04	5305.24
	2882.76	2053.73	1283.92	1399.66	5159.89
50	3135.77	3536.83	2357.89	4462.76	5019.93
	3011.96	3442.62	2384.80	4643.10	4963.40
	3001.19	2312.13	2425.28	4691.55	5211.04
	3022.72	2325.59	2357.89	4511.21	5192.19
	3001.19	2320.20	2382.11	4516.59	5181.43
75	2966.50	2320.20	3886.74	4705.00	5178.74
	3103.47	2312.13	3956.73	4691.55	5213.73
	3009.27	3464.15	3959.42	4672.71	5159.89
	3133.08	3461.46	3967.49	4672.71	5159.89
	3011.96	3461.46	3937.88	4675.40	5181.43
100	3127.70	3512.60	4007.87	4675.40	5049.54
	3135.77	3515.30	4155.91	4672.71	4909.57
	3127.70	3523.37	4155.91	4672.71	5159.89
	3135.77	3512.60	4155.91	4661.94	5011.85

	3133.08	3509.91	4155.91	4543.51	5192.19
125	3141.16	3507.22	4182.82	4516.59	5211.04
	2950.05	3509.91	3940.58	4516.59	5227.19
	2950.05	3649.88	4102.08	4659.25	5227.19
	3006.57	3523.37	3929.81	4659.25	5227.19
	3001.19	3644.49	4128.99	4691.33	5192.19
150	3003.88	3439.93	3929.81	4524.66	5224.49
	3003.88	3464.15	3943.27	4702.31	5227.19
	3011.96	3512.60	4142.45	4661.94	5229.19
	3006.57	3509.91	3959.42	4702.31	5213.73
	3001.19	3442.62	3956.73	4672.71	5237.95
175	2917.75	3442.62	4177.44	4702.31	4971.48
	2950.05	3439.93	4169.37	4705.00	5014.54
	2958.12	3442.62	4188.21	4705.00	5019.93
	2947.36	3450.70	3956.73	4702.31	5019.93
	2947.36	3469.54	4182.82	4702.31	5019.93
200	1835.71	3466.85	4015.94	1270.46	4971.48
	1929.91	3453.39	4180.13	1257.00	4963.40
	1985.71	3434.55	4002.48	1265.08	5001.09
	1975.67	3466.85	4010.56	1283.40	4971.48
	1835.71	3464.15	4002.48	1289.30	4966.09
225	1835.71	3413.01	3948.65	1259.69	5192.19
	1943.37	3407.63	3929.81	1289.30	5087.22
	1943.37	3410.32	3929.81	1929.91	5194.89
	1835.71	3413.01	3935.19	1289.30	5192.19
	2048.35	3410.32	3940.58	1257.00	5202.96
250	1835.71	3450.70	1819.56	1929.91	5262.18
	1929.91	3464.15	1811.48	1257.00	5014.54
	1835.71	3413.01	1806.10	1283.40	4974.17
	1835.71	3407.63	1811.48	1289.30	5229.19
	1943.37	3453.39	1824.94	1929.91	5213.73

Tabel Rata-rata 5.2 Tabel hasil pengukuran peak frequency

Sudut 0°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2945.21	2058.04	1400.74	1540.70	5014.01
50	3019.01	2318.05	2381.59	4623.18	5195.43
75	3060.41	3473.30	3941.65	4625.34	5096.91
100	3128.92	3519.60	4126.84	4668.94	5156.13
125	3023.80	3613.81	3982.03	4657.09	5226.65
150	2998.50	3509.37	4001.95	4630.18	5232.05
175	2950.59	3500.22	4179.59	4661.94	5115.75
200	1884.16	3453.39	4045.01	1260.23	5000.01
225	1940.14	3417.86	2286.29	1725.35	5198.12
250	1913.76	3438.31	1795.87	1729.12	5009.16

Sudut 30°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	2981.81	3499.69	2354.12	2859.61	5169.58
50	3071.17	3506.14	2442.40	2842.38	5227.19
75	3086.78	3469.54	2356.81	2611.44	5168.51
100	3070.64	3587.97	3954.57	4544.58	5202.96
125	3096.47	3517.45	4017.02	4533.28	5224.49
150	3058.25	3492.69	1762.49	1284.89	5206.73
175	2982.35	3550.82	4139.22	4651.17	5144.30
200	3058.79	3639.65	4159.68	4680.78	5136.75
225	3035.11	3612.73	3674.10	4020.79	5171.20
250	1795.33	3444.65	2346.22	1266.87	5203.89

Sudut 60°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3134.70	3547.60	3995.96	4488.06	5190.43

50	3106.16	3639.11	4041.78	4580.65	5193.27
75	3121.24	3541.67	3967.34	4617.26	5227.19
100	3132.00	3653.65	4014.71	4688.32	5099.06
125	3130.93	3635.88	4027.78	4691.55	5231.49
150	3013.42	3628.88	4110.15	4674.32	5197.04
175	3109.93	3637.50	4151.23	4610.26	5046.31
200	3101.32	4035.88	4122.53	4581.73	5045.23
225	3036.72	3602.50	4130.07	4642.02	5155.59
250	3011.80	3515.84	4131.69	4674.32	5111.44

Sudut 90°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3134.70	3612.20	4153.21	4702.85	5227.19
50	3130.93	3627.81	4069.78	4699.08	5220.19
75	3009.80	3639.65	4168.29	4689.93	5215.35
100	3127.16	3587.43	3986.33	4690.47	5207.27
125	3061.48	3646.65	4100.46	4698.54	5223.42
150	3035.10	3574.51	4103.69	4697.47	5216.96
175	3113.16	3625.11	4052.01	4682.93	5237.73
200	3122.85	3635.32	4047.17	4696.93	5222.34
225	3135.77	3646.11	4049.16	4692.62	5212.12
250	3097.55	3610.56	4179.06	4690.47	5218.57

Sudut 120°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3130.93	3546.52	3980.41	4579.03	5200.66
50	3132.54	3584.20	4026.17	4601.65	5216.42
75	3098.63	3597.66	3998.50	4505.29	5193.81
100	3129.85	3650.42	4013.64	4692.62	5102.29
125	3133.08	3639.11	4028.86	4687.24	5228.26
150	3013.03	3608.96	4109.07	4642.56	5165.28

175	3052.18	3631.57	4127.92	4613.49	5072.15
200	3086.78	3635.34	4156.62	4639.87	5084.53
225	3082.48	4004.12	4122.53	4612.41	5122.21
250	3038.72	3540.60	4129.53	4674.32	5111.44

Sudut 150°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3039.41	3488.92	2358.96	2757.87	5169.04
50	3076.56	3534.14	2442.40	2842.38	5207.27
75	3029.18	3480.30	2351.96	2713.18	5169.05
100	3065.25	3559.98	3954.57	4544.58	5222.88
125	3102.93	3566.44	4094.00	4596.80	5168.51
150	3032.41	3601.43	4088.08	4681.32	5120.59
175	3000.11	3527.14	4094.54	4616.72	5159.91
200	3011.42	3594.43	4131.15	4616.18	5176.05
225	3058.25	3492.69	1762.49	1284.89	5206.73
250	1782.95	3448.14	2309.97	1267.23	5170.14

Sudut 180°

jarak ( cm )	frekuensi ( Hz )				
	3000	3500	4000	4500	5000
25	3025.95	2055.34	1295.22	1414.19	5156.66
50	3039.71	2895.68	3161.62	4624.26	5146.17
75	3044.86	3003.88	3161.62	4683.47	5178.74
100	3132.00	3514.76	4126.30	4645.25	5064.61
125	3009.80	3566.97	4056.86	4608.60	5216.96
150	3005.50	3473.84	3986.34	4652.79	5226.51
175	2944.13	3449.08	4134.91	4703.39	5009.16
200	1912.54	3457.16	4042.32	1273.05	4974.71
225	1921.30	3410.86	3936.81	1405.04	5173.89
250	1876.08	3437.78	1814.71	1537.90	5138.76

## B. Pengukuran Taraf Intensitas Bunyi

### a. Pengukuran di Lapangan

jarak (m)	Taraf Intensitas tiap <i>peak frequency</i>				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
1	97.7	96.4	91.5	88.5	87.7
2	92.1	91.6	87.5	86.8	83.0
3	88.0	84.0	81.5	81.4	77.8
4	85.5	83.6	80.4	78.9	74.8
5	84.2	81.8	77.4	75.8	73.4
6	82.0	80.1	75.0	74.9	71.4
7	80.6	79.4	74.8	73.0	70.0
8	78.1	78.3	72.5	71.6	68.1
9	76.9	76.4	71.3	69.5	65.7
10	76.0	74.2	70.0	67.9	64.8
11	75.2	73.5	68.1	66.8	63.6
12	74.0	72.1	66.1	66.0	63.1
13	71.2	71.0	66.0		
14	69.9	69.4	65.1		
15	68.5	67.8	64.0		
16	67.2	66.5	62.8		
17	66.0	64.8	61.9		
18	63.9	63.0	61.1		
19	62.7	62.1			
20	62.0	61.4			
21	61.8	60.6			
22	61.4	59.3			
23	60.8	58.9			
24	59.2	58.3			
25	59.0	58.0			
26	58.8	57.7			
27	58.0	57.2			

### b. Pengukuran di Laboratorium

Tabel 5.4 hasil pengukuran peak frequency

Sudut 0°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	93.6	88.0	85.7	84.2	84.0
	93.7	88.2	85.6	84.3	83.9
	93.8	87.9	85.7	84.2	83.8
	93.5	88.0	85.5	84.4	84.1
	93.8	88.2	85.8	84.2	84.1
50	86.5	82.0	79.3	77.7	77.6
	86.6	82.1	79.4	77.8	77.5
	86.6	82.3	79.5	77.7	77.4
	86.5	82.2	79.3	77.6	77.5
	86.5	82.0	79.4	77.9	77.3
75	84.0	78.0	76.6	74.9	73.8
	84.1	78.1	76.5	74.8	73.9
	84.2	78.0	76.5	74.7	74.0
	84.3	77.9	76.6	74.8	73.8
	84.2	77.8	76.4	74.6	74.0
100	79.8	75.3	74.0	73.2	72.5
	79.9	75.2	74.1	73.0	72.4
	79.7	75.4	74.2	73.2	72.5
	79.8	75.2	74.0	73.2	72.4
	80.0	75.2	74.2	73.3	72.3
125	78.1	74.5	72.6	72.1	71.9
	78.2	74.4	72.6	72.0	71.8
	78.1	74.2	72.8	72.1	71.9
	78.0	74.4	72.9	72.2	72.0
	78.3	74.4	72.7	72.3	72.0
150	77.4	73.5	72.0	70.8	70.5
	77.5	73.6	71.8	70.7	70.4
	77.4	73.5	71.7	70.6	70.6
	77.6	73.5	71.8	70.8	70.4
	77.5	73.4	71.8	70.7	70.4
175	76.5	73.0	70.8	70.1	68.9
	76.4	72.8	70.7	70.0	69.0
	76.4	72.7	70.6	69.8	69.1

	76.3	72.9	70.7	69.8	68.8
	76.5	72.9	70.6	70.0	69.0
200	75.9	72.1	69.9	68.5	67.8
	76.0	72.2	70.0	68.4	67.7
	75.8	72.3	69.8	68.3	67.6
	76.0	72.0	69.8	68.4	67.7
	75.8	72.2	69.8	68.3	67.7
225	75.3	71.1	68.0	67.2	66.8
	75.3	71.0	68.2	67.3	66.8
	75.2	71.3	68.1	67.5	66.7
	75.4	71.3	68.2	67.3	66.9
	75.3	71.2	68.2	67.4	66.6
250	74.8	70.8	67.8	66.8	66.0
	74.8	70.6	67.5	66.6	65.8
	74.8	70.7	67.7	66.7	65.8
	74.7	70.7	67.7	66.8	66.0
	74.9	70.6	67.8	66.7	65.9

Sudut 30°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	100.0	93.0	89.0	88.2	87.6
	100.2	93.1	88.8	88.1	87.8
	100.2	93.1	88.9	88.0	87.6
	100.1	93.2	89.1	88.2	87.7
	100.0	93.0	89.1	88.0	87.7
50	94.0	88.5	84.5	83.2	82.0
	94.1	88.5	84.6	83.2	82.1
	93.9	88.4	84.5	83.0	82.2
	93.8	88.6	84.4	83.2	82.3
	94.1	88.6	84.5	83.3	82.2
75	88.2	83.4	80.0	79.4	77.7
	88.3	83.5	80.2	79.3	77.6
	88.2	83.4	80.3	79.3	77.6
	88.2	83.3	80.2	79.2	77.8
	88.4	83.2	80.0	79.4	77.7



100	83.2	79.5	76.5	76.0	76.0
	83.1	79.6	76.4	76.2	76.0
	83.0	79.7	76.6	76.3	76.1
	83.2	79.6	76.7	76.2	76.2
	83.0	79.7	76.7	76.2	76.0
125	82.0	78.1	76.4	75.1	75.0
	82.2	78.2	76.5	75.2	75.2
	82.3	78.3	76.3	75.3	75.0
	82.1	78.2	76.2	75.2	75.2
	82.2	78.2	76.2	75.3	75.1
150	81.5	77.6	75.0	74.2	74.3
	81.4	77.7	75.2	74.1	74.2
	81.5	77.6	75.3	74.2	74.0
	81.5	77.8	75.2	74.0	74.1
	81.6	77.7	75.2	74.2	74.0
175	80.6	77.0	74.8	73.4	73.8
	80.5	76.9	74.7	73.6	73.6
	80.4	76.8	74.6	73.5	73.5
	80.6	76.9	74.6	73.4	73.7
	80.4	77.0	74.8	73.4	73.6
200	79.5	76.5	73.7	71.5	71.3
	79.4	76.5	73.8	71.4	71.2
	79.3	76.4	73.9	71.5	71.0
	79.4	76.5	73.8	71.4	71.1
	79.3	76.4	73.8	71.4	71.3
225	78.7	76.0	73.3	71.0	70.7
	78.7	75.8	73.2	70.7	70.6
	78.8	75.9	73.2	70.8	70.7
	78.9	79.8	73.2	71.0	70.7
	78.7	75.8	73.3	70.8	70.5
250	78.0	74.8	71.6	70.3	69.8
	77.7	74.7	71.5	70.2	70.0
	77.9	74.6	71.6	70.1	69.8
	77.9	74.7	71.6	70.2	69.9
	77.8	74.7	71.7	70.1	69.9

Sudut 60°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.5	102.5	98.8	95.0	92.8
	105.4	102.4	98.9	95.1	92.8
	105.5	102.4	98.8	94.9	92.9
	105.3	102.3	99.0	95.0	93.0
	105.5	102.3	98.8	95.1	92.9
50	101.9	98.7	90.3	88.6	87.7
	101.8	98.8	90.2	88.6	87.7
	101.8	98.9	90.3	88.7	87.8
	101.9	98.9	90.1	88.7	87.6
	101.7	98.7	90.2	88.6	87.6
75	97.5	94.0	87.4	84.8	83.8
	97.5	94.3	87.3	84.9	83.7
	97.7	94.2	87.3	85.0	83.9
	97.6	94.2	87.4	84.9	83.8
	97.7	94.3	87.3	85.0	83.7
100	92.4	90.9	85.7	82.6	81.5
	92.4	90.7	85.7	82.6	81.4
	92.3	90.8	85.6	82.5	81.4
	92.2	91.0	85.6	82.7	81.4
	92.1	90.9	85.7	82.6	81.3
125	88.0	86.2	82.7	80.9	79.9
	88.3	86.1	82.8	81.0	80.0
	88.1	86.2	82.8	80.8	79.8
	88.2	86.2	82.9	80.9	79.9
	88.0	86.2	82.7	81.0	80.0
150	86.3	83.2	80.8	78.5	77.6
	86.4	83.3	80.9	78.6	77.7
	86.4	83.3	81.0	78.7	77.6
	86.3	83.4	80.9	78.8	77.5
	86.5	83.2	81.0	78.6	77.7
175	85.1	81.5	78.3	76.1	75.2
	85.1	81.6	78.3	76.2	75.3
	85.2	81.7	78.2	76.3	75.3

	85.1	81.6	78.4	76.2	75.4
	85.3	81.7	78.3	76.3	75.2
200	84.6	80.3	77.2	75.3	74.7
	84.7	80.4	77.0	75.3	74.8
	84.6	80.5	77.1	75.4	74.8
	84.5	80.5	77.3	75.3	74.7
	84.6	80.6	77.0	75.4	74.7
225	84.0	80.1	76.8	74.8	73.7
	83.8	80.0	76.7	74.9	73.6
	84.0	79.9	76.8	75.0	73.5
	83.9	80.0	76.7	74.9	73.6
	84.1	79.9	76.6	74.8	73.7
250	83.0	79.8	76.0	73.5	72.0
	83.2	79.7	75.9	73.6	72.1
	83.2	79.7	76.0	73.6	71.9
	83.1	79.8	75.8	73.7	71.9
	83.2	79.7	76.0	73.5	72.0

Sudut 120°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.0	102.7	98.8	94.6	93.6
	105.2	102.6	98.7	94.5	93.5
	105.2	102.7	98.8	94.6	93.6
	105.3	102.5	98.9	94.5	93.6
	105.0	102.6	98.7	94.7	93.5
50	102.5	99.6	92.3	89.2	88.0
	102.4	99.5	92.2	89.0	87.9
	102.3	99.4	92.4	89.0	88.1
	102.5	99.5	92.3	89.1	88.0
	102.3	99.6	92.2	89.1	88.2
75	95.3	92.1	85.3	82.6	82.3
	95.4	92.2	85.4	82.7	82.4
	95.4	92.2	85.6	82.7	82.5
	95.2	92.3	85.5	82.6	82.3
	95.3	92.1	85.4	82.7	82.5

100	91.7	89.2	84.4	81.0	80.3
	91.8	89.3	84.5	80.8	80.4
	92.0	89.4	84.3	80.9	80.2
	91.8	89.3	84.4	81.0	80.3
	91.7	89.3	84.5	80.9	80.2
125	87.0	85.7	81.0	78.9	78.3
	87.2	85.6	81.2	78.8	78.3
	87.1	85.7	81.1	78.9	78.2
	86.9	85.7	81.0	79.0	78.3
	87.0	85.5	81.2	79.0	78.4
150	86.3	83.0	79.4	77.6	76.4
	86.2	83.0	79.3	77.7	76.5
	86.3	82.9	79.4	77.6	76.4
	86.2	83.1	79.4	77.7	76.6
	86.4	83.0	79.5	77.5	76.4
175	85.5	82.0	78.6	76.6	75.0
	85.4	82.1	78.5	76.5	75.2
	85.6	82.2	78.4	76.7	75.1
	85.4	82.3	78.5	76.6	75.2
	85.5	82.2	78.6	76.7	75.1
200	84.5	80.7	77.5	75.5	74.2
	84.4	80.5	77.6	75.7	74.2
	84.5	80.6	77.7	75.7	74.0
	84.5	80.5	77.7	75.6	74.2
	84.3	80.7	77.6	75.7	74.1
225	84.0	80.1	77.0	75.1	73.5
	83.9	80.1	76.9	75.0	73.6
	84.0	80.0	76.8	74.9	73.7
	84.1	79.9	76.9	75.0	73.7
	83.9	80.0	77.0	74.9	73.5
250	83.2	79.6	76.4	74.3	73.0
	83.3	79.4	76.3	74.2	73.0
	83.3	79.6	76.4	74.3	73.2
	83.2	79.5	76.4	74.2	73.1
	83.2	79.5	76.5	74.2	73.2

Sudut 150°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	99.8	93.6	90.0	88.4	88.0
	100.0	93.5	90.2	88.5	87.9
	99.9	93.7	90.2	88.6	87.8
	99.8	93.6	90.1	88.4	87.9
	100.0	93.5	90.0	88.6	88.0
50	92.6	87.0	83.7	82.0	81.0
	92.7	87.1	83.6	82.2	81.3
	92.7	87.2	83.7	82.1	81.2
	92.6	87.1	83.7	82.1	81.1
	92.6	87.0	83.6	81.9	81.3
75	86.5	82.0	80.8	79.5	77.8
	86.4	82.2	80.9	79.6	78.0
	86.3	82.1	81.0	79.5	77.9
	86.5	81.9	81.0	79.6	78.0
	86.4	81.8	80.8	79.5	78.1
100	83.0	80.7	78.6	77.7	77.0
	83.2	80.6	78.7	77.8	77.1
	83.1	80.5	78.5	77.7	77.0
	83.2	80.7	78.5	77.8	77.1
	83.1	80.5	78.7	77.6	77.1
125	80.6	78.2	75.9	75.3	76.0
	80.5	78.3	75.8	75.2	75.9
	80.6	78.3	76.0	75.1	75.8
	80.7	78.4	76.1	75.2	76.0
	80.7	78.2	76.0	75.1	75.9
150	79.8	77.8	74.8	73.9	74.5
	79.9	77.9	74.9	74.0	74.4
	80.0	77.8	75.0	74.1	74.5
	79.9	78.0	74.7	73.9	74.5
	80.0	77.8	74.8	74.0	74.3
175	78.5	76.6	73.8	72.8	72.3
	78.6	76.5	74.0	72.9	72.4
	78.7	76.8	73.9	73.0	72.5

	78.7	76.7	74.0	73.8	72.3
	78.6	76.5	73.9	73.0	72.4
200	78.0	75.8	73.1	71.9	71.5
	77.9	75.9	73.0	71.8	71.6
	77.8	75.7	72.9	71.9	71.7
	78.0	75.9	73.1	71.8	71.7
	77.8	75.9	73.0	72.0	71.6
225	77.5	75.3	72.5	71.2	70.8
	77.3	75.2	72.4	71.0	71.0
	77.4	75.3	72.3	71.1	71.1
	77.3	75.2	72.4	71.0	70.9
	77.3	75.4	72.4	71.2	71.0
250	77.0	74.7	71.5	70.3	70.2
	76.9	74.8	71.4	70.5	70.0
	76.8	74.6	71.6	70.4	70.1
	76.9	74.6	71.6	70.5	70.2
	76.9	74.7	71.5	70.4	70.0

Sudut 180°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	94.3	89.5	86.5	85.0	84.7
	94.4	89.4	86.6	85.2	84.8
	94.4	89.6	86.5	85.3	84.6
	94.5	89.5	86.6	85.2	84.7
	94.3	89.4	86.4	85.1	84.9
50	87.2	83.0	80.5	80.0	79.0
	87.0	82.9	80.6	80.0	79.2
	87.1	82.8	80.7	79.9	79.3
	87.1	83.0	80.8	79.8	79.2
	87.0	83.1	80.5	80.0	79.0
75	81.8	79.1	78.0	76.5	75.0
	82.0	79.0	78.2	76.4	75.2
	81.9	79.2	78.3	76.2	75.3
	82.0	79.0	78.2	76.3	75.3
	81.9	79.0	78.0	76.4	75.2

100	79.1	76.2	74.8	74.4	74.0
	79.0	76.1	74.7	74.5	74.2
	78.9	76.2	74.8	74.6	73.9
	79.2	76.3	74.6	74.5	73.9
	79.0	76.1	74.7	74.4	74.0
125	78.2	75.2	73.7	73.5	72.8
	78.1	75.0	73.8	73.6	72.7
	78.0	75.2	73.9	73.7	72.6
	78.2	75.1	73.8	73.7	72.8
	78.0	75.0	73.9	73.5	72.6
150	77.5	74.5	73.0	72.6	71.9
	77.4	74.6	73.0	72.4	72.0
	77.3	74.7	72.9	72.6	71.8
	77.4	74.6	73.1	72.5	71.7
	77.4	74.6	73.1	72.7	71.9
175	76.9	73.9	71.6	70.9	70.5
	77.0	74.0	71.5	71.1	70.6
	76.8	73.8	71.5	71.0	70.8
	77.0	73.8	71.6	70.8	70.7
	77.0	73.9	71.7	71.2	70.7
200	76.8	73.0	70.6	69.7	69.3
	76.7	73.2	70.5	69.8	69.2
	76.6	73.1	70.6	70.0	69.3
	76.7	73.2	70.7	70.1	69.4
	76.7	73.1	70.7	69.9	69.3
225	76.0	72.6	70.3	69.1	68.7
	75.9	72.5	70.2	69.0	68.5
	75.8	72.5	70.2	68.8	68.8
	76.0	72.4	70.1	68.9	68.7
	76.0	72.4	70.2	69.0	68.7
250	75.5	71.7	68.6	67.8	66.5
	75.6	71.8	68.6	67.7	66.4
	75.4	71.8	68.9	67.6	66.5
	75.4	71.7	68.7	67.6	66.5
	75.5	71.6	68.8	67.5	66.4

Tabel Rata-rata 5.4 hasil pengukuran Taraf Intensitas di Laboratorium

Sudut 0°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	93.7	88.1	85.7	84.3	84.0
50	86.5	82.1	79.4	77.7	77.5
75	84.2	78.0	76.5	74.8	73.9
100	79.8	75.3	74.1	73.2	72.4
125	78.1	74.4	72.7	72.1	71.9
150	77.5	73.5	71.8	70.7	70.5
175	76.4	72.9	70.7	69.9	69.0
200	75.3	71.2	68.1	67.3	66.8
225	75.3	71.2	68.1	67.3	66.8
250	74.8	70.7	67.7	66.7	65.9

Sudut 30°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	100.1	93.1	89.0	88.1	87.7
50	94.0	88.5	84.5	83.2	82.2
75	88.3	83.4	80.1	79.3	77.7
100	83.1	79.6	76.6	76.2	76.1
125	82.2	78.2	76.3	75.2	75.1
150	81.5	77.7	75.2	74.1	74.1
175	80.5	76.9	74.7	73.5	73.6
200	78.8	76.7	73.2	70.9	70.6
225	78.8	76.7	73.2	70.9	70.6
250	77.9	74.7	71.6	70.2	69.9

Sudut 60°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.4	102.4	98.9	95.0	92.9



50	101.8	98.8	90.2	88.6	87.7
75	97.6	94.2	87.3	84.9	83.8
100	92.3	90.9	85.7	82.6	81.4
125	88.1	86.2	82.8	80.9	79.9
150	86.4	83.3	80.9	78.6	77.6
175	85.2	81.6	78.3	76.2	75.3
200	84.0	80.0	76.7	74.9	73.6
225	84.0	80.0	76.7	74.9	73.6
250	83.1	79.7	75.9	73.6	72.0

Sudut 90°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	108.3	106.5	103.3	101.5	101.2
50	104	101.7	98.9	95.7	95.2
75	100.8	98.5	95.9	91.5	90.9
100	96	95.3	91.4	89.7	89
125	94.4	93.5	90.5	88.2	86.7
150	93.4	91.7	89.1	86.1	85
175	92.1	89.4	87.3	84.2	83.2
200	90	86.3	85.5	83.1	81.9
225	87.6	83.9	83.7	82.5	81
250	85.5	82.6	82	81.3	80.6

Sudut 120°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	105.1	102.6	98.8	94.6	93.6
50	102.4	99.5	92.3	89.1	88.0
75	95.3	92.2	85.4	82.7	82.4
100	91.8	89.3	84.4	80.9	80.3
125	87.0	85.6	81.1	78.9	78.3
150	86.3	83.0	79.4	77.6	76.5
175	85.5	82.2	78.5	76.6	75.1

200	84.0	80.0	76.9	75.0	73.6
225	84.0	80.0	76.9	75.0	73.6
250	83.2	79.5	76.4	74.2	73.1

Sudut 150°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	99.9	93.6	90.1	88.5	87.9
50	92.6	87.1	83.7	82.1	81.2
75	86.4	82.0	80.9	79.5	78.0
100	83.1	80.6	78.6	77.7	77.1
125	80.6	78.3	76.0	75.2	75.9
150	79.9	77.9	74.8	74.0	74.4
175	78.6	76.6	73.9	73.1	72.4
200	77.4	75.3	72.4	71.1	71.0
225	77.4	75.3	72.4	71.1	71.0
250	76.9	74.7	71.5	70.4	70.1

Sudut 180°

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi pada Frekuensi (dB)				
	3000 Hz	3500 Hz	4000 Hz	4500 Hz	5000 Hz
25	94.4	89.5	86.5	85.2	84.7
50	87.1	83.0	80.6	79.9	79.1
75	81.9	79.1	78.1	76.4	75.2
100	79.0	76.2	74.7	74.5	74.0
125	78.1	75.1	73.8	73.6	72.7
150	77.4	74.6	73.0	72.6	71.9
175	76.9	73.9	71.6	71.0	70.7
200	75.9	72.5	70.2	69.0	68.7
225	75.9	72.5	70.2	69.0	68.7
250	75.5	71.7	68.7	67.6	66.5

#### 4. Lampiran 3.Dokumenter.



















